

РОЗДІЛ 10 СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ: РОЛЬ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ, АНАЛІЗУ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ТА НАЙКРАЩИХ ДОСТУПНИХ ТЕХНОЛОГІЙ



(к.т.н., доц. Белоконь К. В., к.т.н., доц. Матухно О. В.,
д.т.н., проф. Мальований М. С.)

10.1 Теоретичні основи формування системи екологічного менеджменту та застосування аналізу життєвого циклу на підприємствах.

10.2 Сфери практичного застосування аналізу життєвого циклу.

10.3 Застосування серії ISO 14000 для оцінювання життєвого циклу продукції металургійних підприємств.

10.3.1 Характеристика підприємства та технології виробництва продукції.

10.3.2 Застосування аналізу життєвого циклу продукції на підприємстві.

10.4 Дослідження екологічної безпеки металургійного виробництва методом аналізу життєвого циклу.

10.5 Використання найкращих доступних технологій у металургійному виробництві для зниження негативного впливу виробничих процесів на навколишнє середовище.

Висновки

Список використаних джерел

10.1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ АНАЛІЗУ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

Серед напрямів реалізації концепції сталого розвитку особливе місце посідає концепція екологічної безпеки. Екологічна безпека, як відомо,

є складником національної безпеки [1]. В Україні є необхідність підвищення екологічної безпеки промислового сектору та визначення негативних впливів, пов'язаних із процесами виробництва, виникає потреба в дослідженнях, що сприяють кращому розумінню цих впливів і їхньої спрямованості.

Однією з найгостріших проблем на сучасному етапі розвитку металургійного комплексу є раціональне природокористування й охорона навколишнього середовища. За рівнем викидів шкідливих речовин в атмосферу й водойми, утворенню твердих відходів металургія перевершує всі сировинні галузі промисловості, створюючи високу екологічну небезпеку її виробництва й підвищену соціальну напруженість у районах дії металургійних підприємств. Захист навколишнього середовища в галузях металургійного комплексу вимагає величезних витрат. В сучасних умовах, коли антропогенне навантаження на біосферу викликає значні негативні зміни, репутація металургійних підприємств багато в чому визначається ставленням до проблеми охорони навколишнього середовища. Гідним вирішенням цих проблем у всьому світі визнано введення систем екологічного менеджменту на підприємствах на основі розроблених екологічних стандартів. Системи екологічного менеджменту допомагають забезпечити рівновагу між збереженням рентабельності і зменшенням негативного впливу на навколишнє середовище. В наш час багато підприємств мають міжнародні сертифікати по екологічним стандартам. Головним чином до них відносяться стандарти серії ISO 14000 та система EMAS [2].

Стандарти систем екологічного менеджменту ISO 14001 [3] і екологічного менеджменту та аудиту EMAS дозволяють підприємству досягти якісно нового рівня охорони навколишнього середовища, зробити його природоохоронну діяльність системною і ефективною. Стандарти передбачають здійснення необхідних заходів щодо удосконалення цієї діяльності при збереженні економічних інтересів підприємства.

Екологічний менеджмент (керування навколишнім середовищем) є сучасним механізмом керування природоохоронною діяльністю, визнаним на міжнародному рівні і повсюдно використовуваним переважною більшістю промислових підприємств. У його основі лежить системний підхід і використання комплексу управлінських рішень, процедур, документації.

Вирішення про розробку ISO 14000 стало результатом Уругвайського раунду переговорів по Всесвітній торговельній угоді та зустрічі на вищому рівні на конференції ООН з питань навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро в 1992 році, на якому були прийняті міжнародні керівні екологічні документи.

У прийнятій Декларації по навколишньому середовищу і розвитку «Порядок денний на XXI століття», яка є основним міжнародним документом, що визначає сучасну державну стратегію в сфері охорони навколишнього середовища і стійкого розвитку більшості країн світу, вказувалося на необхідність віднесення екологічного менеджменту до ключової домінанти стійкого розвитку і одночасно до вищих пріоритетів промислової діяльності та підприємництва.

Система екологічного менеджменту (Environmental management system, EMS) є частиною загальної системи менеджменту підприємства. Вона має організаційну структуру, елементи, механізми, процедури і ресурси, необхідні для керування природоохоронними аспектами його діяльності. Це досягається за допомогою розробки, досягнення цілей екологічної політики, її перегляду і коригування.

Система екологічного менеджменту, яка відповідає стандарту ISO 14001, включає шість взаємозалежних елементів [4]:

- екологічну політику;
- планування природоохоронної діяльності відповідно до прийнятої екологічної політики;
- організацію діяльності в системі екологічного менеджменту та її реалізація;
- внутрішні перевірки і коригування здійснюваної діяльності;
- аналіз результатів роботи та перегляд системи екологічного менеджменту;
- демонстрацію досягнутих у системі екологічного менеджменту результатів та їх послідовне поліпшення.

Мета стандартів ISO серії 14000 полягає у забезпеченні збереження навколишнього середовища і зниження споживання ресурсів на підприємстві.

Передбачалося, що система стандартів забезпечуватиме зменшення несприятливих впливів на навколишнє середовище на трьох рівнях:

- організаційний – через поліпшення екологічної «поведінки» корпорацій;
- національний – через суттєве доповнення до національної нормативної бази і компонента державної екологічної політики;
- міжнародний – через поліпшення умов міжнародної торгівлі. Стандарти, що входять до системи, можна умовно поділити на три групи:

- 1) ті, що визначають принципи екологічного менеджменту;
- 2) ті, що містять інструменти екологічного контролю й оцінки;
- 3) ті, що орієнтовані на продукцію.

- Нижче наведено перелік екологічних стандартів серії ISO 14000 [5–11]:
- ISO 14001:2015 Системи керування навколишнім середовищем. Вимоги і керівництво з використання;
 - ISO 14004:2016 Системи керування навколишнім середовищем. Загальні керівні вказівки по впровадженню;
 - ISO 14015:2001 Керування навколишнім середовищем. Екологічна оцінка майданчиків і організацій;
 - ISO 14020:2000 Екологічне маркування і декларування. Загальні принципи;
 - ISO 14021:2016 Екологічне маркування і декларування. Самодекларовані екологічні заяви (екологічне маркування типу II);
 - ISO 14024:1999 Екологічне маркування і декларування. Екологічне маркування типу I. Принципи і процедури;
 - ISO 14025:2006 Екологічне маркування і декларування. Екологічні декларації типу III. Принципи і процедури;
 - ISO 14031:2013 Екологічний менеджмент. Оцінювання екологічної ефективності. Керівні вказівки;
 - ISO 14040:2006 Керування навколишнім середовищем. Оцінка життєвого циклу. Принципи і структура;
 - ISO 14044:2006 Керування навколишнім середовищем. Оцінка життєвого циклу. Вимоги та настанови;
 - ISO 14045:2012 Керування навколишнім середовищем. Оцінка екологічної ефективності систем продукту. Принципи, вимоги та керівні принципи;
 - ISO 14046:2014 Керування навколишнім середовищем. Оцінка споживання водних ресурсів. Принципи, вимоги та рекомендації;
 - ISO/TR 14047:2012 Керування навколишнім середовищем. Оцінка впливу життєвого циклу. Приклади застосування ISO 14044;
 - ISO/TS 14048:2002 Керування навколишнім середовищем. Оцінка життєвого циклу. Формат документування даних за оцінкою життєвого циклу;
 - ISO/TR 14049:2012 Керування навколишнім середовищем. Оцінка життєвого циклу. Приклади застосування стандарту ISO 14044 для визначення мети й області дії інвентаризаційного аналізу;
 - ISO 14050:2009 Керування навколишнім середовищем. Словник.

Система стандартів ISO 14000, на відміну від багатьох інших природоохоронних стандартів, орієнтована не на кількісні параметри (обсяг викидів, концентрації шкідливих речовин і т. д.) і не на технології (вимога щодо використання певних або кращих технологій) [12].

Системи керування навколишнім середовищем сертифікуються саме на відповідність стандарту ISO 14001. Всі інші документи розглядаються

як допоміжні. Наприклад, ISO 14004 містить більш розгорнуті керівні вказівки щодо створення системи екологічного менеджменту, серія 14040 визначає методологію «Оцінки життєвого циклу», яка може застосовуватися при оцінці екологічних впливів, пов'язаних з продукцією організації, а в ISO 14050:2009 включений словник.

Основним об'єктом ISO 14000 є система екологічного менеджменту (Environmental Management System, EMS). Типові положення цих стандартів полягають у тому, що в організації мають бути введені і дотримуватися відповідні процедури, підготовлені певні документи, призначений відповідальний за певну область [12].

Застосування стандартів, дія яких поширюється на керування навколишнім середовищем, має на меті озброїти організацію елементами ефективної системи керування навколишнім середовищем, які б могли скласти єдине ціле із загальною системою керування. Це допоможе організаціям і підприємствам досягти як екологічних, так і економічних цілей.

Стандарт встановлює вимоги до системи керування навколишнім середовищем. Успіх функціонування цієї системи залежить від усіх ієрархічних і функціональних рівнів організації, особливо від вищого керівництва. Така система дає можливість встановити основи і методики визначення екологічної політики і цілей організації, досягнення відповідності їм і надання доказів такої відповідності іншим зацікавленим сторонам.

Основною метою застосування цього стандарту є забезпечення охорони навколишнього середовища і запобігання його забрудненню, погоджені із соціально-економічними потребами. Стандарт може бути використаний для сертифікації і містить тільки ті вимоги, які можуть бути об'єктивно перевірені.

Крім того, наявність сертифіката ISO 14001 стало необхідним для підтвердження відповідності Міжнародним стандартам системи екологічного керування на підприємстві.

В Україні роботи по створенню, впровадженню і сертифікації систем екологічного менеджменту визначаються введеними в дію з 1997 року національними стандартами: ДСТУ ISO14001:2015, ДСТУ ISO 14004:2006, ДСТУ ISO 14005:2015, а також стандартом ДСТУ ISO 19011:2012.

У світі на відповідність ISO 14001 сертифіковано понад 60 тис. компаній, основна частка яких припадає на Японію. У середньому зниження питомого споживання ресурсів досягає 20–30 %, ще більше знижується рівень відходів і забруднення навколишнього середовища, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності. Як наслідок, японська побутова техніка та електроніка значно економічніша, ніж продукція європейських і американських фірм [13].

Слід брати до уваги, що стандарти ISO серії 14000 стосуються не тільки питання екології. Їх застосування дозволяє не лише зменшити вплив на навколишнє середовище (знизити викиди, скидання відходів), а й сприяє таким позитивним тенденціям [14–17]:

- збільшує ступінь переробки відходів і вторинного використання ресурсів;
- знижує споживання ресурсів на випуск одиниці продукції;
- дає реальну картину й оцінку ризику можливих аварій і нещасних випадків, що впливають на навколишнє середовище;
- стає більш привабливим для персоналу за рахунок безпечніших умов праці;
- знижує ризик порушення законодавчих норм і штрафів за забруднення навколишнього середовища.

Впровадження системи керування навколишнім середовищем вимагає від підприємства повної мобілізації сил і певного вкладення коштів, але після завершення побудови і при ефективному функціонуванні керівники можуть отримати такі потенційні вигоди [18–21]:

- гарантія того, підприємство має певні зобов'язання в частині керування навколишнім середовищем;
- задоволення критеріям інвесторів, розширення доступу до капіталу;
- страхування за розумною ціною;
- поліпшення репутації організації;
- дотримання сертифікаційних критеріїв постачальників;
- зниження витрат, економія сировини та енергії;
- економія коштів;
- підтримання міцних громадських зв'язків;
- сприяння одержанню необхідних дозволів.

Серія ISO 14000 містить ISO 14040 (1997) – «Оцінка життєвого циклу: принципи і структура». Цей стандарт дуже наближений до академічного опису аналізу життєвого циклу. Аналіз життєвого циклу (Life-Cycle Assessment, LCA) – один із найбільш розвинених інструментальних засобів індустріальної екології. Він складається з об'єктивної і кількісної оцінок потоків матеріалів і енергії та впливів на довкілля, які пов'язуються з певним процесом або продукцією, або індустріальною діяльністю. Назва LCA вказує, що аналіз має включати повний життєвий цикл діяльності, починаючи з видобування і обробки сировини, виробництва, транспортування, розповсюдження, використання, утримання (обслуговування та ремонт) і переробки вторинної сировини або прикінцевого розташування (заховання) відходів. Однак у конкретних випадках аналіз зосереджується тільки на деяких з цих стадій.

Практична мета LCA – гарантувати, що відповідні впливи альтернативних процесів, продуктів і видів діяльності на навколишнє середовище повністю досліджуються (аналізуються та оцінюються), так само як оцінюються і здійснюються можливості мінімізувати несприятливі впливи.

Згідно із стандартом ISO 14000 аналіз LCA складається з чотирьох стадій [22]:

- мета і межі LCA;
- інвентаризаційний аналіз (тобто аналіз потоків матеріалів і енергії);
- екологічна оцінка впливів;
- інтерпретація результатів, аналіз удосконалення і рекомендацій.

Інвентаризаційний аналіз – найкраще розроблений на сьогодні етап, він дотримується лінії традиційного технічного й економічного аналізу нових процесів і продуктів: створюються баланси матеріалів і енергії, що включають сировину, реактиви, продукти, субпродукти і також тверді, рідкі та газові емісії (відходи).

Мета інвентаризаційного аналізу полягає у визначенні на основі баз даних вимог до необхідної кількості енергії і необроблених матеріалів (сировини), емісій в атмосферне повітря, скидів у воду, твердих відходів та інших екологічних впливів, зазнаваних протягом життєвого циклу продукції, процесу або діяльності.

Інвентаризація може бути проведена для забезпечення прийняття рішення за допомогою надання можливості компаніям або організаціям [23]:

- розробити вимоги до ресурсів системи для забезпечення їх послідовного контролю;
- визначити компоненти процесу, привабливі для зниження використання ресурсів;
- визначити засоби розробки нових продуктів або процесів, які зменшать використання ресурсів або емісії;
- порівняти альтернативні матеріали, продукти, процеси, або види діяльності в організації;
- порівняти інформацію про інвентаризацію інших виробників.

Менеджери, які використовують LCA для забезпечення прийняття рішення, можуть удосконалити достовірність результатів і отримати аналіз, який фокусується на точно визначених межах аналізованої «системи», зважаючи на практичні обмеження, наприклад – час і гроші. Цей крок буде основою для наступного аналізу, тому він має бути повністю зрозумілим. Система передбачає певну сукупність дій, що разом виконують деяку визначену функцію. Система починається видобуванням з довкілля всієї необхідної сировини і завершується результатами (outputs), у тому

числі відходами і емісіями, які повертаються назад до навколишнього середовища (рис. 10.1).

Усередині найбільших систем можуть бути визначені три головні групи дій:

- дії з виробництва, використання, транспорту і розповсюдження продукції;
- дії з виробництва додаткових матеріалів, наприклад пакування;
- виробництво енергії, що потрібна для забезпечення роботи системи.

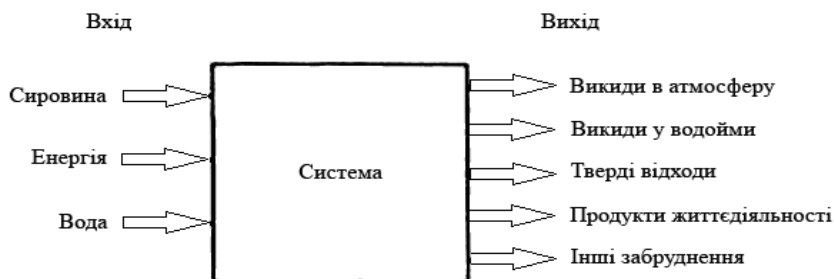


Рисунок 10.1 – Входи та виходи систем аналізу LCA

Сформовано авторами

Чітко визначена мета може удосконалити результати наступних кроків, коли повний процес розділяється на підсистеми.

Приклад типових категорій підсистеми показаний на рис. 10.2.

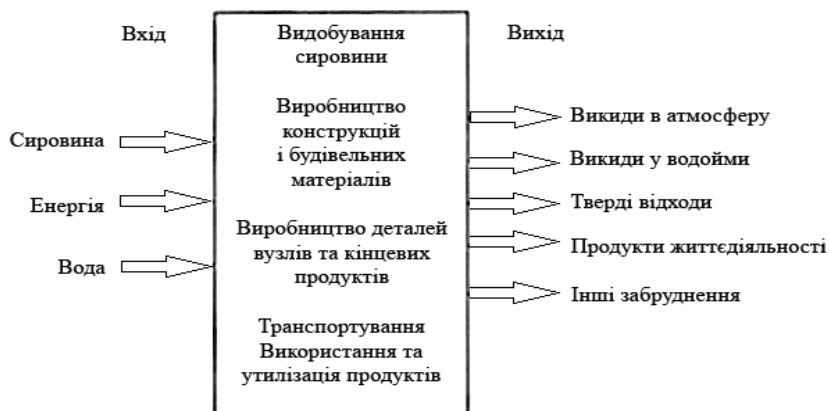


Рисунок 10.2 – Підсистеми життєвого циклу продукту

Сформовано авторами

Дані збираються для цієї підсистеми за всіма видами діяльності, які необхідні для видобування сировини, включаючи транспорт матеріалів до виробництва (рис. 10.3).

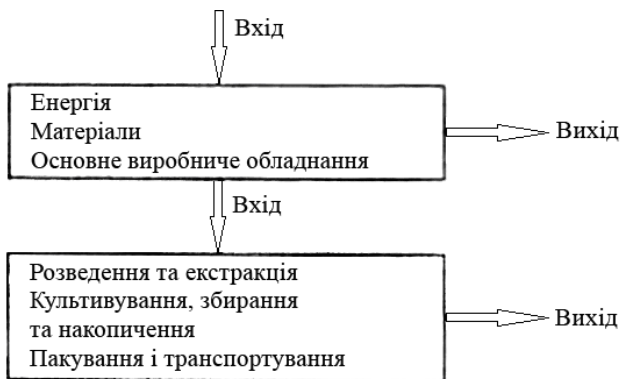


Рисунок 10.3 – Використання сировини підсистемами

Сформовано авторами

Сировина необхідна для вироблення як первинної продукції, так і всього первинного і повторного пакування. Менеджери мають переглянути дані, щоб переконатися, що використовуються рівноцінні порівняння. Наприклад, упаковці, яка містить матеріали повторного циклу, може знадобитися більша товщина, щоб компенсувати зменшення міцності матеріалів повторного циклу. У цьому випадку менеджери мають зробити вибір із альтернативних варіантів між вагою матеріалів, які коли-небудь стануть частиною потоку відходів.

Інвентаризація має також включати всі входи енергії, матеріалів і обладнання, необхідного для видобування кожного виду сировини. Через те, що це суттєво ускладнює аналіз, мають бути визначені критерії, щоб ліквідувати несуттєві та мало суттєві внески. Це може бути зроблено за допомогою використання порогової величини для включення в аналіз. Наприклад, будь-який компонент, який становить менше ніж п'ять відсотків загальної величини входу, міг би бути ігнорований в аналізі.

Дані, які збираються для цієї підсистеми, містять усі входи енергії, матеріалів, які необхідні для перетворення кожного необробленого матеріалу на входи на проміжні матеріали, готові для оброблення. Зокрема збираються дані про екологічні емісії та відходи, які відбуваються протягом процесів виробництва. Цей процес може бути повторним як для кількох потоків ресурсів, так і кількох проміжних циклів перед кінцевим виробництвом продукції (рис. 10.4).

Інвентаризація видів діяльності з транспортування продукції до складів і кінцевих користувачів може бути спрощена за допомогою стандартів, які використовують усереднені значення відстаней і типові методи транспортування (рис. 10.5).

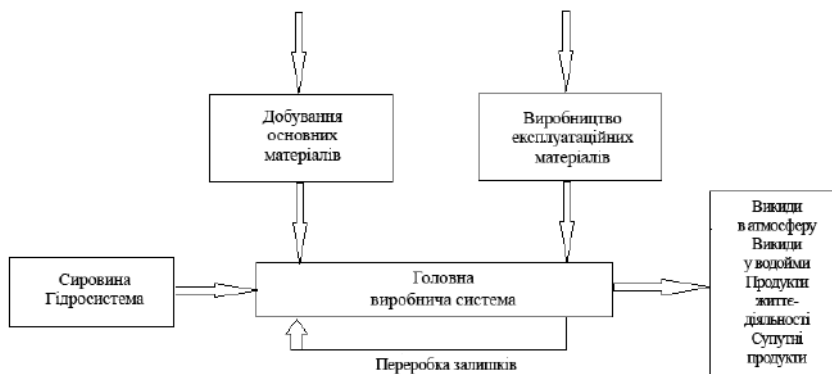


Рисунок 10.4 – Виробництво конструкційних, експлуатаційних та будівельних матеріалів, виробництво деталей вузлів та кінцевих продуктів

Сформовано авторами



Рисунок 10.5 – Транспортування та розповсюдження продуктів

Сформовано авторами

Інвентаризація процесу розповсюдження включає складування, управління запасами і повторне пакування. Екологічні елементи управління, наприклад охолодження, є компонентами як транспортування, так і розповсюдження.

Дані, які збираються для підсистеми використання та утилізації відходів, містять такі види діяльності споживача, як використання (споживання, зберігання та експлуатація продукції), утримання (ремонт) і багатократне (повторне) використання (рис. 10.6). Розглядаються такі параметри, що визначають межі підсистеми:

- час використання (ресурс) продукції перед тим, як вона утилізується (викидається);
- входи, які використовуються в процесі супроводу;
- типова частота ремонту;
- потенційні варіанти багатократного використання продукції або її окремих компонентів.



Рисунок 10.6 – Використання та утилізація продукції

Сформовано авторами

Менеджери мають залучити до аналізу будь-яку інформацію про типові зразки використання споживачами, які можуть зробити результати вивчення більш реальними та дієвими. Наприклад, споживачі можуть використовувати дві тонкі паперові чашки, щоб отримати необхідну міцність, яка дорівнює міцності єдиної полістиролової чашки. Джерела даних, які можуть допомогти в цьому процесі, включають огляди споживачів, опубліковані матеріали і навіть припущення. Звіти інвентаризації мають включати документацію припущень, включаючи час отримання даних, їх потенційну упередженість й інші обмеження.

Сподіватимемося, що технологія переробки вторинної сировини буде в майбутньому вдосконалюватися. Таким чином, рівні вмісту речовин і коефіцієнти переробки вторинної сировини мають завжди

супроводжуватися повідомленням у поточній документації дат вивчення. Удосконалення в технології збільшить як кількість коефіцієнтів, так і кількість продуктів, які будуть перероблятися, змінюючи варіанти переробки вторинної сировини як у незамкнений, так і замкнений цикл (рис. 10.7).

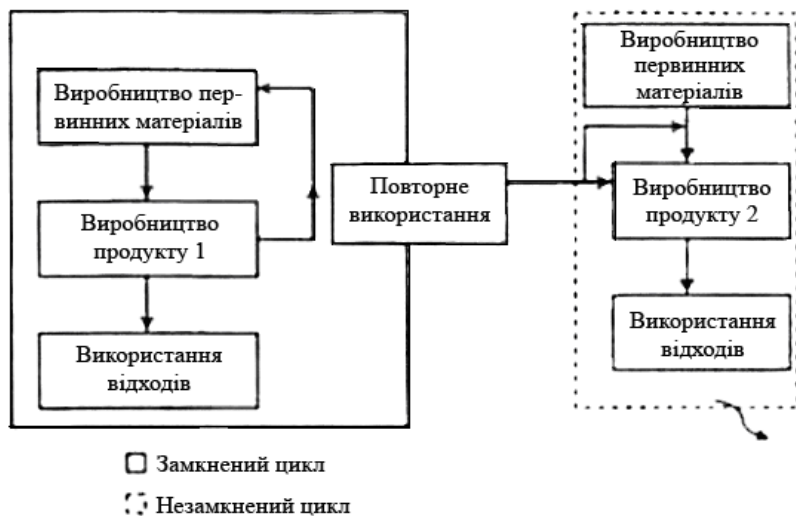


Рисунок 10.7 – Підсистема повторного використання продукту або окремих його компонентів [7]

Наступний етап LCA – оцінка впливу на навколишнє середовище – використовує результати аналізу інвентаризації, а саме [24]:

- застосування даних інвентаризації для визначення різних категорій впливу (наприклад, вплив на здоров'я, пошкодження екосистем, збереження природних ресурсів);
- визначення кількісних показників впливів (якомога більше) і потім їх суми всередині конкретної категорії впливу (тобто, характеристика всередині категорії впливу на здоров'я або пошкодження екосистем, або збереження природних ресурсів);
- спроба об'єднати впливи різних категорій в одне число, яке становитиме загалом «екологічну вартість» продукту; це може бути зроблено тільки в деяких випадках і коли доступні значимі коефіцієнти навантаження (для кожної категорії, приміром здоров'я людини і якість екосистеми).

Тож оцінка впливу – це процес системного аналізу та кількісної оцінки екологічних ефектів, які ототожнюються з компонентами інвентаризації.

Оцінка впливу має адресуватись як до загального екологічного впливу, так і здоров'я людини (як до окремої соціальної категорії), так само як і до соціальних, культурних, економічних наслідків впливу.

Аналіз удосконалення – третій етап аналізу життєвого циклу – аналіз можливостей зменшення або послаблення впливу на довкілля протягом усього життєвого циклу продукції, процесу або окремого виду діяльності. Цей аналіз може включати як кількісні, так і якісні заходи удосконалення, наприклад зміни в проєкті продукції, використання нової сировини чи нового матеріалу, зміни в індустріальних процесах, споживчому використанні й управлінні відходами.

Оцінка впливу і аналіз варіантів удосконалення передбачає порівняння оцінок впливів запропонованих альтернативних продуктів, процесів або видів діяльності. Так само, як і кінцевих результатів оцінки впливу – екологічних показників системи. Оцінка впливу – один із найскладніших аспектів LCA, оскільки поточні методи для оцінювання впливів на навколишнє середовище у кращому разі ще незавершені. Навіть коли моделі все-таки існують, вони можуть ґрунтуватися на багатьох припущеннях або потребувати значних даних, що знаходяться за межами (тобто не доступні) інвентаризації. Оцінювання значень даних, які збираються протягом інвентаризації, передбачає оцінювання їх надійності й інтерпретації. Так, оцінка впливу успадковує всі проблеми етапу аналізу інвентаризації, доки будуть винайдені нові методологічні і вимірювальні засоби, так само як і засоби їх подання.

Для того щоб знайти загальний сумарний екологічний показник системи або окремого продукту, необхідно визначити так звані вагові коефіцієнти або коефіцієнти зваження окремих впливів, що спостерігаються і визначені для цієї системи або продукту.

Коефіцієнтами зваження є числа, якими коригується внесок впливу кожної категорії у загальний сумарний екологічний показник продукту. Наприклад,

$$\text{екологічний показник} = a \cdot A + b \cdot B + \dots,$$

де a , b – коефіцієнти зваження і A , B – значення впливів у категоріях A і B .

Оскільки стандарт ISO має справу з міжнародною комерцією, це вже відомий факт, що коли доходить до призначення факторів зваження, різні нації і географічні райони можуть мати різні поняття відносної важливості кожної з категорій [25].

Таким чином, ISO 14042 («Вимоги до аналізу впливу життєвого циклу LCA») передбачає, щоб «зваження» ґрунтувалося на експертних

альтернативних значеннях, а не тільки на доказах природничої науки. Відповідно виробників просять не використовувати результати «зваження» громадських тверджень щодо відносної переваги одних компаній щодо інших.

Процес зваження починається з ідентифікування об'єктів розгляду. Вони визначаються як елементи природного довкілля, які суспільство вважає достойними захисту. До них належать: здоров'я людей; екологічна якість; біорізноманіття; вичерпування природних ресурсів; продуктивність економіки, окремо в сільському господарстві; естетичні цінності в природі.

Останні дві категорії розгляду були запропоновані в Екологічній пріоритетній стратегії (EPS), яка розвивається компанією Volvo в Швеції (Steen, Ryding 1992). EPS використовує одиниці екологічного навантаження, тобто кількісні визначення викидів у довкілля. Витрати, спричинені вичерпуванням природних ресурсів, вимірюються за допомогою оцінки витрат на виконання гірничих робіт. Витрати зниженої продуктивності визначаються через оцінку збитку (у прибутку) сільському господарству. Оцінки збитку інших тем розгляду виконуються на основі аналізу готовності людей сплатити певні кошти, щоб їх (об'єкти розгляду) захистити. Інакше кажучи, всі фактори, які можуть погіршити навколишнє середовище, вимірюються в доларах США або іншим грошовим еквівалентом.

Кількість речовин, які розглядаються в аналізі інвентаризації, може бути дуже великою, залежно від продукції або процесу, який розглядається [26]. Наприклад, відомо, що більше ніж дев'яносто речовин, таких як CFC 11, галогени, HCFC тощо, дуже впливають на озоновий шар і відповідно на здоров'я людини.

10.2 СФЕРИ ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ АНАЛІЗУ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Основними причинами для проведення аналізу життєвого циклу для продукту або послуги є [27]:

- бажання організації зібрати інформацію про екологічні впливи продукту чи послуги з метою виявлення можливостей зменшення їх впливу на довкілля;
- збір інформації для підтримки та забезпечення еко-сертифікатів (наприклад, для отримання знаку еко-маркування);

- збір інформації з метою маркетингу, що є вкрай важливим за наявності екологічно зацікавлених споживачів;
- роз'яснення споживачам найкращих способів використання та кінцевої утилізації продукції;
- роз'яснення представникам управління та персоналу екологічних наслідків їх діяльності в організації.

Узагальнюючи все вищесказане, можна сказати, що аналіз життєвого циклу може бути використаний як інструмент, що визначає і оцінює можливість зниження впливів на навколишнє середовище, пов'язаних зі способом виробництва певного продукту, його упаковкою, вживанням та/або кінцевою утилізацією.

З досвіду багатьох країн випливає, що потенціальними користувачами результатів аналізу життєвого циклу є [22]:

- споживачі (наприклад, прийняття рішень під час виборів продукту над ринком);
- законодавчі органи, наприклад, при ухваленні рішення про субсидування приватної компанії або подаючи замовлення на проєкт;
- інвестори, які бажають оцінити ризик виробництва, використання та утилізації продуктів того чи іншого виробника;
- страхові компанії, які бажають зробити свій бізнес надійнішим;
- приватні фірми, які бажають отримати певні субсидії чи фонди виробництва певного продукту;
- постачальники, які бажають переконатися, що продукція, що поставляється ними, буде використовуватися екологічно більш прийнятним чином і не пошкодить їх іміджу.

Цей список далеко не повний і при різних обставинах можуть знайтися й інші зацікавлені сторони. Всі перелічені вище зацікавлені сторони можуть використовувати результати аналізу життєвого циклу при прийнятті рішень про купівлю/продаж продукції, поліпшення його екологічних параметрів, а також для збору інформації про екологічне навантаження, яке надається продукцією. Сфери та результати застосування аналізу життєвого циклу наведені в таблиці 10.1.

Фіннведен і Ліндфорс пропонують розділити можливі сфери застосування аналізу життєвого циклу таким чином:

1. Прийняття рішень щодо розвитку продукту та/або процесу: стосується існуючих та нових продуктів/процесів і може включати вибір сировини, виду енергії, субпродукту або субпроцесу.
2. Прийняття стратегічних рішень про інвестування виробництва того чи іншого продукту: компанія або органи влади могли перевірити, чи є продукт екологічно менш шкідливим і/або порівнянним

з альтернативним продуктом по своїм екологічним параметрам. У такому випадку досліджуються фази життєвого циклу продукту, попереджуючи його виробництво та наступні за його використанням.

Таблиця 10.1 – Можливі види застосування аналізу життєвого циклу

Застосування	На підприємстві	Загальна дія
<u>Функціональне:</u> – Збір інформації. – Інформація про продукт – Поліпшення продукту	Для декларації про властивості продукту Для розвитку продукту	Інформація для споживачів Для досліджень властивостей продуктів
<u>Тактичне:</u> – Збір інформації для маркування – Зміни вимог до продукту	Для потреб маркетингу. Вимоги до постачальників, їх мотивація	Для еко-маркування. Розробка стандартів для продукції, схем оподаткування та субсидіювання
<u>Стратегічне:</u> – Збір інформації – Інформація про продукт – Структурні зміни	Пріоритети, характерні для підприємства Прийняття рішень Прийняття рішень	Для суспільних потреб. Для законодавства, що відноситься до продукту

3. Підтримка маркетингу та інформації для громадськості: громадська думка є одним із найбільш значних факторів комерційного успіху компанії, тому багато підприємств використовують аналіз життєвого циклу для збору необхідної інформації, що підкріплює цю думку.

4. Для прийняття рішень при закупівлі сировини або товарів споживання: аналіз життєвого циклу може бути використаний для надання тиску на постачальників, вимагаючи, наприклад, наявності певних екологічних параметрів у продукті, що закуповується. Такі дії допомагають створювати екологічний імідж організації та формувати позитивну громадську думку.

5. Використання як інструмент для збору та структуризації інформації: чим більше інформації про екологічний вплив має компанія, тим легше їй знайти вихід із можливих кризових ситуацій. Це, в свою чергу, сприяє поліпшенню управління підприємством.

6. Використання в освітніх цілях: результати будь-якого аналізу життєвого циклу можуть бути використані для інформування працівників про їх безпосередній внесок у діяльність з охорони навколишнього

середовища. Це може збільшити екологічну свідомість та сприяти включенню екологічних аспектів у повсякденну діяльність компанії.

7. Використання як вихідна інформація при екологічному маркуванні та декларуванні продуктів.

Приклад використання аналізу життєвого циклу для екомаркування: законодавча влада може використовувати аналіз життєвого циклу для збору необхідної інформації для перевірки відповідності продукту вимогам того чи іншого знака екомаркування, а також для вибору певних критеріїв для присвоєння екознака.

Вибір правових критеріїв надзвичайно важливий, так вони визначають практичну здійсненність вимог, що пред'являються екознаком і повинні створити умови здорової конкуренції. При правильному виборі критеріїв продукти, позначені екознаком, будуть виділені із загальної маси продуктів на ринку і отримають перевагу в боротьбі за ринок. У разі занадто низьких і доступних більшості виробників вимог до знаку еко-маркування, боротьба за ринок буде незначною. Вимоги повинні бути реальні лише для частини продуктів – претендентів на екознак.

Таким чином, підсумовуючи наведені вище аргументи, можна узагальнити, що:

- аналізу життєвого циклу потенційно може використовуватися в процесі прийняття рішень як інструмент для збору та обробки інформації, що дозволяє вибрати найменш екологічно шкідливу проєктну альтернативу продукту або послуги;

- з позицій компанії існують два середовища використання аналізу життєвого циклу – внутрішнє та зовнішнє. У очах громадськості чи державних органів, аналізу життєвого циклу, використаний для внутрішніх цілей підприємства, вважається надійнішим, так як компанії зацікавлені в правдивій оцінці свого екологічного впливу.

Все, наведене вище, поставало та підкреслювало лише позитивні сторони методу аналізу життєвого циклу. Однак є і ряд недоліків, що перешкоджають широкому застосуванню аналізу життєвого циклу. Нижче наведено деякі з них:

- Один із недоліків методу – це високий ступінь суб'єктивності, властива всім фазам аналізу життєвого циклу. Подібна суб'єктивність дає більший ступінь свободи для інтерпретації результатів та отримання їх в залежності від поставленої мети дослідження. Вона особливо характерна для фази встановлення меж системи, вибору джерел даних та здійснення розподілу впливу навколишнього середовища на певні компоненти системи. Деякі важливі фази життєвого циклу можуть бути опущені, а дані використані в корисливих цілях.

– Наявність великого ступеня свободи в методології аналізу життєвого циклу (особливо при виборі меж аналізованої системи та при використанні даних оцінки екологічного впливу) може легко призвести до лобювання та реклами певного продукту/послуги. Тому значення аналізу життєвого циклу як надійного інструменту, що допомагає при прийнятті рішень, може бути поставлене під сумнів.

– Іншим недоліком аналізу життєвого циклу є неймовірна складність аналізованих систем та постійна нестача даних. Навіть при найбільш ретельному зборі даних складно зібрати вичерпну інформацію про систему. Потреба в більшій кількості даних вимагає також значних людських і фінансових ресурсів.

– У процесі виконання аналізу життєвого циклу неминучі неточності через допуски, округлення і наближення даних. Всі ці дії, звичайно, ще більше видаляють створювану модель системи продукту / послуги від реальності.

– Як уже говорилося вище, аналізу життєвого циклу не дає відповідей на запитання, а швидше надає суттєву інформацію як базу для їх вирішення, тому деякі потенційні користувачі аналізу життєвого циклу можуть сумніватися у користі методу.

Отже, головними недоліками методу аналізу життєвого циклу є:

- велика частка суб'єктивності, а також суттєві витрати тимчасових та фінансових ресурсів;
- великі обсяги даних та часта їх відсутність;
- відсутність стандартної методології, що ускладнює порівняння вже проведених аналізів.

10.3 ЗАСТОСУВАННЯ СЕРІЇ ISO 14000 ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКЦІЇ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ

10.3.1 Характеристика підприємства та технології виробництва продукції

Розглянемо підприємство повного циклу, що є світовим лідером в галузі ракетобудування і сьогодні складає основу ракетно-космічної промисловості України. Це потужний машинобудівний комплекс з великим науковим та технологічним потенціалом.

Виробниче об'єднання має у своєму розпорядженні потужні галузеві виробництва: металургійне, складальне, випробувальне, зварювальне,

ливарне, ковальське та механообробне. На підприємстві освоєні та впроваджені унікальні технологічні рішення.

Виробництво основної частини комплектуючих деталей і вузлів, складання та випробування в умовах, наближених до природного середовища, здійснює на власній унікальній виробничій базі.

Технології, що застосовуються підприємством, охоплюють різноманітні галузі виробництва: металургійну, ковальсько-штампову, металообробну, зварювальну, інструментальну, електротехнічну та інші. Чимало технологій є унікальними, створеними спеціально для оборони із залученням провідних наукових організацій та винаходів, що не мають аналогів.

Впроваджуючи політику удосконалення та інновацій, підприємство продовжує створювати нові технології та розширює номенклатуру продукції, що випускається.

Металургійне виробництво дозволяє виготовляти точні литі заготовки з чорного, кольорового та титанового лиття, високолегованих сталей та сплавів з наступною мінімальною механічною обробкою.

Деталі, виготовлені литтям по моделям, відрізняються особливою міцністю, щільністю, герметичністю та успішно працюють у агресивних середовищах при підвищених та понижених тиску та температурах, високих динамічних навантаженнях від високочастотних до ударних.

У зварювальному виробництві використовується більш ніж тридцять видів та способів зварювання металів та сплавів. Широко застосовується електронно-променева, лазерна, мікроплазмова, жаргонно-дугова, холодне зварювання, зварювання тертям та вибухом.

Велике значення для технології виробництва мають процеси нанесення захисних та декоративних покриттів. Підприємством освоєно тридцять чотири види гальванічного покриття, введено в експлуатацію дванадцять високопродуктивних автоматичних ліній. Для забезпечення зносостійкості в умовах необхідності забезпечення високої герметичності по газам і рідинам відповідні деталі пневмогідросистем покриваються нітридом титану та твердим хромом (у тому числі і по внутрішніх поверхнях циліндрів) з наступною високоточною механічною обробкою.

У складних відповідальних вузлах та конструкціях відмінно зарекомендувала себе високотемпературна пайка різноманітних з'єднань, стійка до механічних впливів, вібрацій, корозійностійка у агресивних середовищах, здатна забезпечувати герметичність в умовах експлуатації.

Власне інструментальне виробництво та штампове господарство не тільки забезпечують підприємство необхідним інструментом, але і дозволяють забезпечити підготовку виробництва продукції практично будь-якої номенклатури.

Кліматичні камери, нестандартні випробувальні навантажувальні стенди, унікальні вимірювальні комплекси дозволяють випробувати вироби в умовах, близьких до експлуатаційних.

Основне завдання будь-якої виробничої системи полягає в тому, щоб сприйняти «на вході» всі вкладення – затрати (чинники виробництва), перетворити їх і «на виході» видати результат – готову продукцію. Така трансформація визначається як виробництво, мета якого надати сукупності ресурсів нових властивостей, що здатні задовольнити виникаючі потреби. Для отримання корисного результату (продукції, послуг) необхідно перетворити вкладення-затрати «на вході» у виробничу систему, виконавши низку дій за певними правилами, які визначає технологія.

Сучасний рівень виробництва та кон'юнктури ринку вкладають новий зміст у поняття «технологія», розглядаючи її як науку про найбільш економічні способи і процеси виробництва сировини, матеріалів та виробів.

Практичне використання будь-якої технології відбувається через формалізовану доцільну сукупність дій, спрямованих на зміну форми, розмірів, стану, структури, місце розташування предмета праці, яка являє собою технологічний процес.

За ступенем безперервності впливу на предмет праці технологічні процеси розподіляються на дискретні (переривчасті або періодичні), неперервні та комбіновані (рис. 10.8).

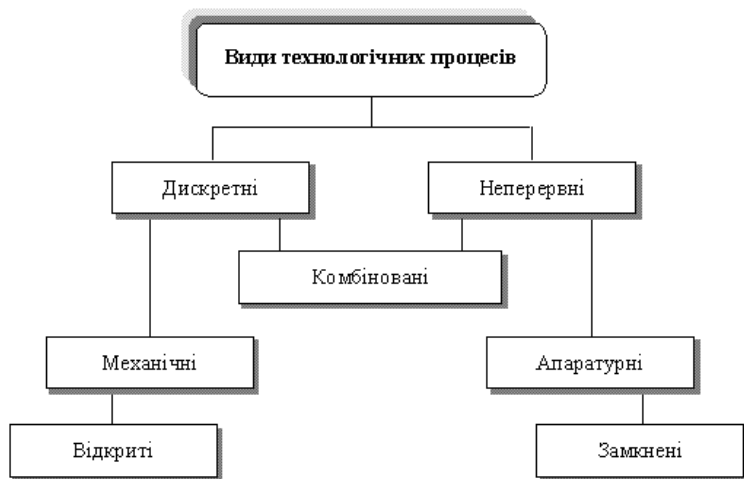


Рисунок 10.8 – Види технологічних процесів

Для металургії, енергетики та багатьох інших виробництв характерні комбіновані процеси, у яких спостерігається сполучення ознак безперервних і дискретних процесів. Наприклад, виробництво деталей для агрегатів шасі АН-148, що бере свій початок з виробництва титану на підприємстві «Х».

Перший етап виробництва титану полягає у виготовленні губки шляхом хлорування руди рутилу. Хлор і кокс з'єднують з рутилом для створення тетрахлориду титану, який потім в замкнутій системі з'єднують з магнієм для виробництва титанової губки і хлориду магнію.

Магній і хлорид магнію витягають для переробки шляхом використання вакуумного дистиляційного процесу або технологічного процесу вилуговування.

Метод вакуумно-дугового переплаву або електронно-променевого холодна подова піч використовуються для плавки губки зі скрапом і/або легуючими елементами, такими як ванадій, алюміній, молібден, олово і цирконій для виробництва переплавлених електродів. Дані електроди можна знову переплавити методом вакуумно-дугового переплаву для виробництва матеріалу по найбільш суворим специфікаціям в авіакосмічній сфері і в сфері високих технологій, або їх можна відлити одразу в сляби.

Злитки мають циліндричну форму і можуть важити до 7,94 тонн. Їх кувають для виготовлення слябів або біллетів, або використовують для прецизійного лиття.

Біллетти – самостійна продукція, а також заготовки для виробництва штампів, труб (трубної заготовки), прутків і профілів (рис. 10.9).

Для кування біллетів використовуються кувальні преса зусиллям 3000 і 6000 тонна-сил (тс), радіально-кувальна машина зусиллям 800 тс і кувальні молоти з масою падаючих частин 8 т, 5 т і 3 т.

В даний час введено в експлуатацію новий кувальний комплекс до складу, якого входить гідравлічний прес зусиллям 2000 тс, вісім нагрівальних газових печей, ділянку адьюстажної обробки. Комплекс дозволяє виробляти біллетти круглого і квадратного перетину збільшеної довжини. Розроблені технологічні схеми виробництва біллетів в поєднанні з регламентованою деформацією в β і $\alpha + \beta$ – областях дозволяють отримувати біллетти преміальної якості. Після кування всі біллетти піддаються термічній і механічній обробці, ультразвуковому контролю. Біллетти преміальної якості піддаються мультizonному ультразвуковому контролю.

Після обробки біллетти, порізані на крати, у якості заготовок потрапляють на штампування (рис. 10.10).

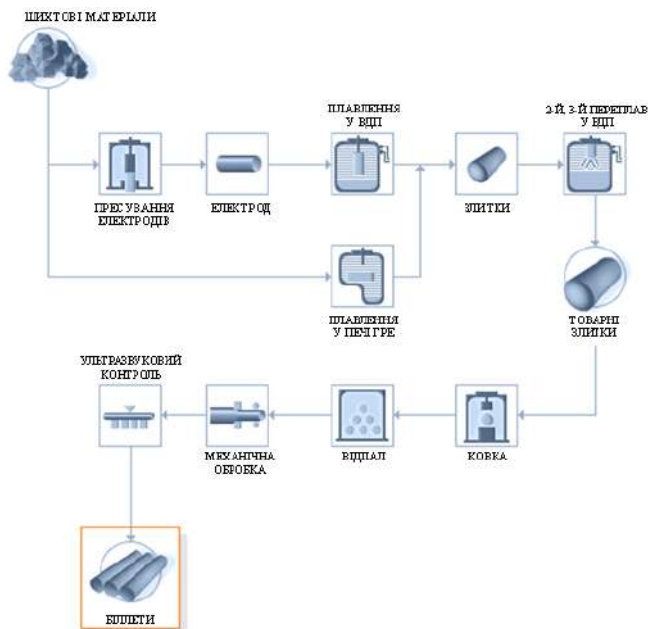


Рисунок 10.9 – Виробництво біллетів

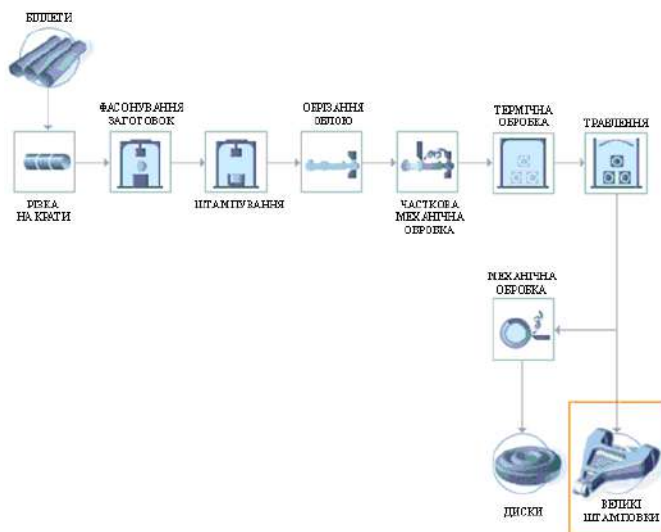


Рисунок 10.10 – Виготовлення штампів

Штамування – процес, призначений для отримання якогось одного виду поковок. Форми, в яких будуть штампувати деталь, називаються штампи. Їх два: верхній і нижній. Якщо два штампа з'єднати – всередині вийде вільний простір тієї ж форми, що і задумана поковка. За обсягом цього простору розраховується розмір титанової заготовки (білетів, розрізаних на мірні заготовки). Вона повинна бути не дуже великою (буде багато відходів), але і не дуже маленькою (металу не вистачить на всю деталь, вийде брак).

На допомогу приходять спеціальні комп'ютерні програми. Вони дозволяють отримати тривимірну модель майбутньої штампованої поковки, спроектувати штампове оснащення. Для розрахунку зусилля, з яким повинен тиснути прес, програми враховують навіть такі особливості, як різницю температур в різних частинах поковки. Після того, як всі розрахунки виконані, виготовляють штампи і встановлюють їх на пресі. Пресів на підприємстві «Х» багато, вони відрізняються один від одного принципом дії і зусиллям, з яким тиснуть на деталь. Є гідровинтові преси зусиллям 56 і 63 мН, гідравлічний прес ізотермічного пресування зусиллям 40 мН, гідравлічні преси зусиллям 200, 300 і навіть 750 мН. Це один з найпотужніших пресів в світі.

Перед штампуванням заготовку формують (надають певну форму, яка залежить від виду майбутньої деталі). Для отримання дисків, наприклад, використовують заготовки у вигляді таблеток різного розміру, а для отримання балки візка шасі найбільшого в світі пасажирського літака А380 – схожі на величезну колоду.

Титан – метал пластичний, але для більшої податливості заготовку ще й підігрівають до певної температури. Потім заготовку кладуть на нижній штамп і закривають верхнім. Прес тисне, метал «розтікається» всередині штампів, заповнюючи весь простір. Надлишки металу (облой) прибирають від заготовки, вже схожою на майбутню деталь. Роблять це за допомогою установок гідроабразивного різання, або спеціального обрізного штампа, який повторює контур деталі.

Буває ще й безоблойне штампування. Його застосовують, в основному, для виготовлення виробів типу тіл обертання (кільця, циліндри та інші деталі, що мають в основі коло). Для такої штампування необхідний особливо точний розрахунок при відрізку крата-заготовки. Обсяг відрізаного металу повинен в точності збігатися з внутрішнім об'ємом форми.

Під час штампування в металі відбуваються складні фізико-механічні явища, що впливають на властивості титану. Щоб повернути титану вихідні властивості, його нагрівають. Такий процес називається термообробкою.

Титанову деталь обробляють не тільки температурою. Багато деталей також піддаються дробометній та/або механічній обробці, а також травленню.

Дробометна обробка – один із способів холодної обробки металів тиском. Дробометна машина випускає безліч маленьких шматочків абразивного матеріалу (дробин), які вдаряються об поверхню деталі і видаляють з неї окалину (обгорілий метал).

Механічна обробка – з поверхні на спеціальних верстатах зчищується верхній шар.

Травлення – обробка поверхні за допомогою дуже їдких (хімічно агресивних) речовин, кислот або лугів. Вони «з'їдають» з поверхні металу всі сторонні домішки.

Протягом всієї обробки якість майбутньої деталі кілька разів перевіряють.

Контроль геометричних розмірів – одна з обов'язкових операцій. Товщина, висота, діаметр – всі розміри деталі повинні відповідати стандарту.

Ультразвуковий контроль якості структури металу – метод неруйнівного контролю. Адже для того, щоб просвітити деталь за допомогою ультразвуку, її не потрібно розпилювати. Ультразвук здатний проникати крізь матеріал (навіть метал), не руйнуючи його.

Люмконтроль – також неруйнуючий. Застосовується, в основному, для виявлення дефектів на поверхні деталі. Поверхня ретельно очищають і наносять спеціальну індикаторну рідину, яка заповнює всі найдрібніші тріщини, не видимі оку. Рідина – люмінесцентна, тобто світиться, а значить, все тріщинки стають видимими і їх можна помітити.

Підприємство «Х» є основним виробником штамповок для деталей агрегатів шасі з титанових сплавів, легованих сталей і жароміцних сплавів на нікелевій основі, в тому числі і суперсплавів типу Inconel 706, Inconel 718, за європейськими стандартами.

Для їх виробництва є найпотужніший в світі гідравлічний прес зусиллям 75 000 тс, гідравлічні преси зусиллям 30 000, 20 000, 4000 і 2000 тс, а також ряд гидровінтових пресів зусиллям 5600 і 6300 тс і штампувальні молоти з масою падаючих частин 4, 6, 13, і 23 тонни.

Після штамповки та двох етапів контролю якості, титанові поковки переправляють на розглядаєме підприємство, де має розпочатися останній етап їх життєвого циклу.

10.3.2 Застосування аналізу життєвого циклу продукції на підприємстві

Підприємство здійснює завершальну механічну обробку штамповок та виконує встановлення готових деталей на агрегати шасі АН-148. Однією з цих деталей є корпус, що входить у склад стійки передньої опори шасі.

Розглянемо детально життєвий цикл виробництва корпусу (табл. 10.2).

Таблиця 10.2 – Життєвий цикл корпусу

Процес (етап)	Вхідні потоки		Вихідні потоки (відходи / шкідливі фактори)
	Матеріали	Енергоресурси	
Розкрій	Титанова поковка	Електрика, вода	Просіви, пил / шум
Перевірка стилоскопом		Електрика	Пара
Стабілізуюча обробка холодом		Електрика	—
Промаслення	Корпус, технічний вазелін, церезин, промаслений папір	Електрика	Папір, мастила
Опіскування	Корпус, пісок	Електрика, газ	Продукти розкладання мастил, абразивний пил / шум
Електрохімічне полірування	Корпус, електроліти (ортофосфорна кислота, сірчана кислота, хромовий ангідрид)	Електрика, вода	Кислотні стічні води, відпрацьовані електроліти, газ
Фрезування	Корпус	Електрика, вода	Стружка, пил, стічні води / шум
Засверловка			
Зачистка	Корпус, абразив	—	Пил, відходи абразиву
Мийка (знежирювання)	Корпус, ацетон	—	Пара
Ультразвуковий контроль	Корпус	Електрика	Шум

Перший етап виготовлення майбутнього корпусу полягає у розкрії титанової поковки, що відбувається на спеціальних станках з програмним керуванням. Згідно технологічних вимог, поковку перетворюють

на порожній циліндр з трьома боковими отворами, надаючи їй форму, максимально наближену до кінцевої форми майбутньої деталі. Після ретельної перевірки металу стилоскопом, він піддається обробці холодом, в результаті якої, за рахунок перетворення залишкового аустеніту в мартенсит, підвищується його твердість та зносостійкість. Крім того, при обробці холодом стабілізуються розміри деталей, тому одразу після обробки виконується перший контрольний замір.

Після позитивного висновку контролеру бюро технічного контролю деталь переміщують у центральну заводську лабораторію, де вона проходить одразу три етапи свого життєвого циклу: промаслення та опіскування (покриття, для надання деталі антикорозійних властивостей), та електрохімічне полірування (допомагає усунути будь-які нерівності з поверхні деталі, що утворилися у процесі нанесення покриття).

Після повернення у механічний цех, деталь піддається кінцевій механічній обробці – фрезуванню та засверловці отворів, що не потребують спеціального покриття.

Після цього виріб знову піддається огляду технічного контролю і, якщо контролер не має до нього жодних зауважень, отвори зачищаються робітником абразивним папером та знежирюються ацетоном вручну.

Передостаннім етапом життєвого циклу корпусу є ультразвуковий контроль, в процесі якого спеціаліст переконується у відсутності будь-яких дефектів на виробі. Лише після цього цілком готова деталь транспортується на ділянку збору агрегатів шасі.

Таким чином життєвий цикл даного виробу складається з ряду етапів на кожному з яких споживаються матеріальні та енергетичні ресурси і утворюються відходи, що несуть небезпеку для довкілля та здоров'я людини.

10.4 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА МЕТОДОМ АНАЛІЗУ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Аналіз життєвого циклу (LCA – Life-Cycle Assessment) є методом дослідження екологічного керування поряд з оцінюванням ризиків, екологічної ефективності, екологічним аудитом або оцінюванням впливу на довкілля. Згідно з ДСТУ ISO 14040:2013 «Оцінку життєвого циклу спрямовано на аспекти довкілля та можливі впливи на довкілля (наприклад, використання ресурсів і екологічні наслідки викидів) протягом усього

життєвого циклу продукції від придбання сировини через виробництво, використання, оброблення, перероблення в кінці строку використання до остаточного видалення (тобто «від колиски до могили»)) [28].

Аналіз публікацій із питань застосування аналізу життєвого циклу в екологічних дослідженнях показав, що найбільшу увагу приділено застосуванню методу для управління відходами [29; 30]. На думку низки науковців [31–33], аналіз життєвого циклу, яка широко використовується в практиці оцінки впливу на довкілля планованої діяльності в країнах Західної Європи і Америки, може стати основою методології оцінювання рівнів екологічної безпеки виробничих процесів.

При цьому питанню оцінювання життєвого циклу продукції металургійних підприємств надано не досить уваги. Останнім часом підприємства своїми силами або із залученням фахівців з екологічного та енергетичного аудитів, виконують оцінку життєвого циклу з метою поліпшення екологічних показників і пошуку шляхів ресурсо- й енергозбереження, зменшення відходоутворення. При цьому у нормативній та науково-технічній літературі не досить систематизована інформація щодо матеріальних та енергетичних вхідних і вихідних потоків, які виникають на всіх стадіях життєвого циклу металургійної продукції. Єдиного методу проведення досліджень аналізу життєвого циклу немає. Згідно з ДСТУ ISO 14040:2013 [28], за практичного застосування аналізу життєвого циклу організаціям слід проявляти гнучкість, зумовлену особливостями виробництва і вимогами користувачів. Тому є необхідність розроблення методологічних основ аналізу життєвого циклу продукції металургійного виробництва.

Результати екологічного оцінювання продуктів металургійного виробництва за допомогою аналізу життєвого циклу можуть бути застосовані під час розроблення заходів для забезпечення сталого розвитку металургійних підприємств, для розроблення заходів з екологічного керування на виробництві та для підтримки конкурентоспроможності продукції підприємств на світовому ринку.

Метою роботи було дослідження життєвого циклу продукції металургійного підприємства на етапі «виробництво». Методи досліджень, що використовувалися: аналіз, синтез, узагальнення, метод експертних оцінок, метод аналізу життєвого циклу. Об'єктом дослідження була екологічна безпека металургійного виробництва.

Метод аналізу життєвого циклу полягає у якісній і кількісній оцінках потоків матеріалів і енергії під час здійснення виробничої діяльності та в оцінюванні потенційного впливу цих потоків на навколишнє середовище. Практична мета аналізу життєвого впливу – підвищити екологічну

безпеку виробничих процесів та оцінити можливості з мінімізації несприятливих впливів на довкілля.

Життєвий цикл будь-якої продукції складається з низки етапів, на кожному з яких споживаються матеріальні та енергетичні ресурси і утворюються відходи, що несуть небезпеку для довкілля та здоров'я людини.

Оскільки головний принцип аналізу життєвого циклу – «від колиски до могили», то аналізу під час досліджень має підпадати увесь ланцюг – від видобутку сировини та виробництва готової продукції до її вжитку та статочної утилізації. На рис. 10.11 наведено виробничий ланцюг для виробів металургійних підприємств.

В Україні найбільша увага надається останньому етапу життєвого циклу продукції – утилізації, тому в першу чергу необхідно розглянути і проаналізувати екологічну безпеку другої стадії життєвого циклу – виробництва. Розглянемо матеріальні потоки технологічного процесу виробництва металургійної продукції (рис. 10.12).

Як визначено в стандарті ДСТУ ISO 14040:2013, вибір вхідних та вихідних потоків, моделювання системи мають узгоджуватися з метою дослідження, а система повинна бути змодельована так, щоб вхідні та вихідні потоки в її межах були елементарними [28].

Тому деталізуємо останній етап рисунку 10.12 – виробництво металевого прокату (рис. 10.13) [22].

Аналіз життєвого циклу дає змогу провести оцінювання вхідних і вихідних матеріально-енергетичних потоків кожної ланки виробничого ланцюга.

Результати аналізу нададуть можливість керувати потоками з метою підвищення екологічної безпеки та зменшення негативного впливу на довкілля.

Авторами роботи під час виконання оцінювання відповідності продукції металургійного комбінату “У” екологічним вимогам під час оцінювання життєвого циклу розроблено матрицю вибору типових екологічних критеріїв. У нижченаведеній таблиці 10.3 запропоновано приклад заповнення матриці для оцінювання життєвого циклу виробництва довгомірного прокату комбінату “У” (табл. 10.3).

З наведених даних (табл. 10.3) видно, що металургійний комбінат “У” майже не використовує відновлювальні джерела енергії, а виробництво є дуже ресурсоємним. Особливості основних технологічних процесів у металургії на теперішній час унеможливають використання відновлювальних ресурсів, за винятком рекупераційних теплових процесів. Екологічні показники впливу комбінату “У” на атмосферне повітря, поверхневі води та ґрунти відповідають чинним нормативним вимогам,

але можуть бути покращені, наприклад, шляхом зниження теплового навантаження на навколишнє середовище за допомогою сучасних технологій утилізації теплової енергії, що виділяється під час виробництва.

Окремо треба зауважити відсутність нормативних обмежень щодо температурного впливу металургійних (та інших) виробництв на навколишнє середовище.

Результати теплового забруднення біосфери стають усе наочнішими і виражаються в зміні клімату. Металургійні процеси вносять вагомий вклад у порушення теплового балансу екосистем завдяки тепловим втратам, а питання якнайповнішого використання тепла, яке виділяється у металургійних процесах, стає все більш актуальним з еколого-економічного погляду. Отже, настав час формування нормативних вимог щодо обмеження теплових викидів різних виробництв, зокрема металургійних.

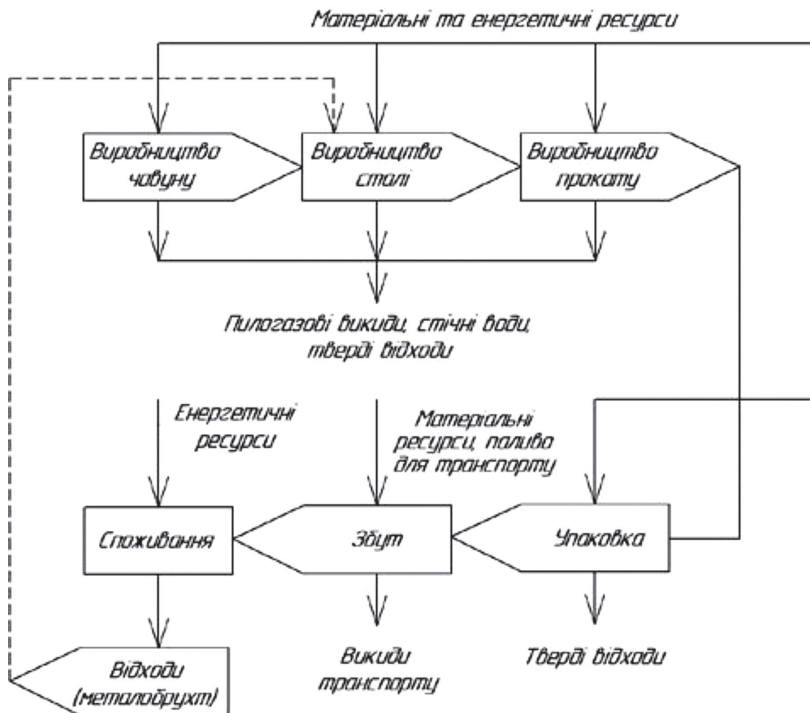


Рисунок 10.11 – Виробничий ланцюг металургійної продукції

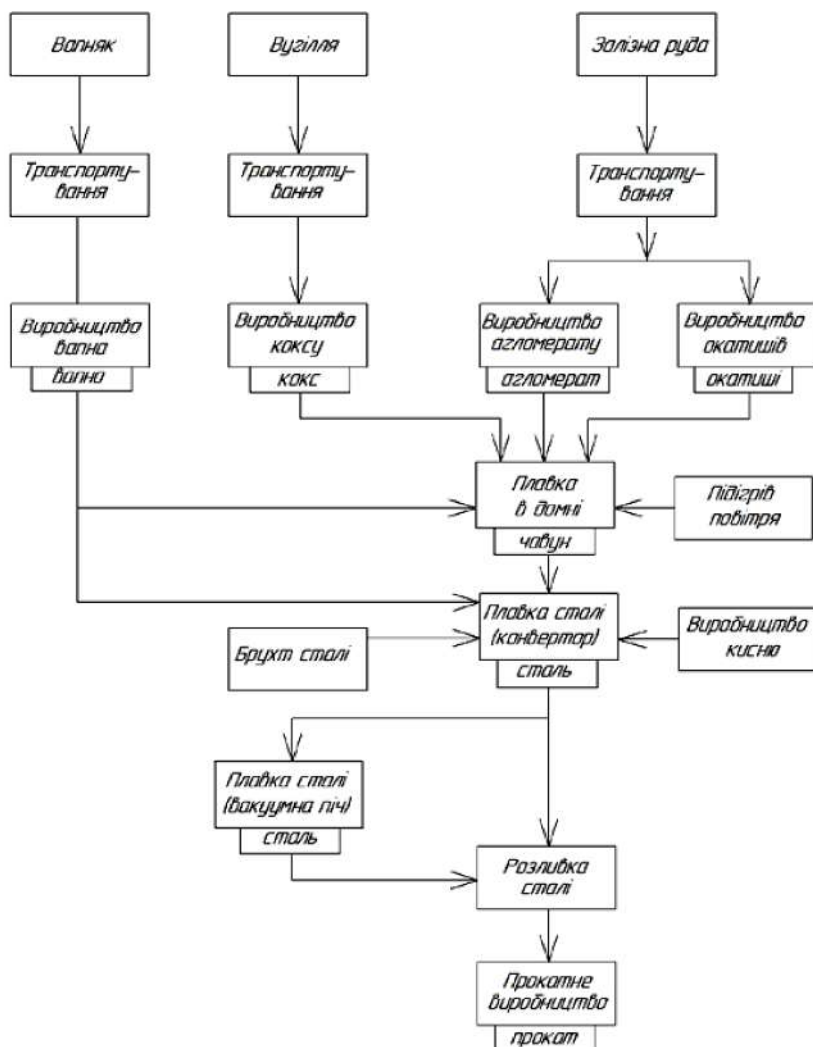


Рисунок 10.12 – Матеріальні потоки та процеси виробництва металургійної продукції

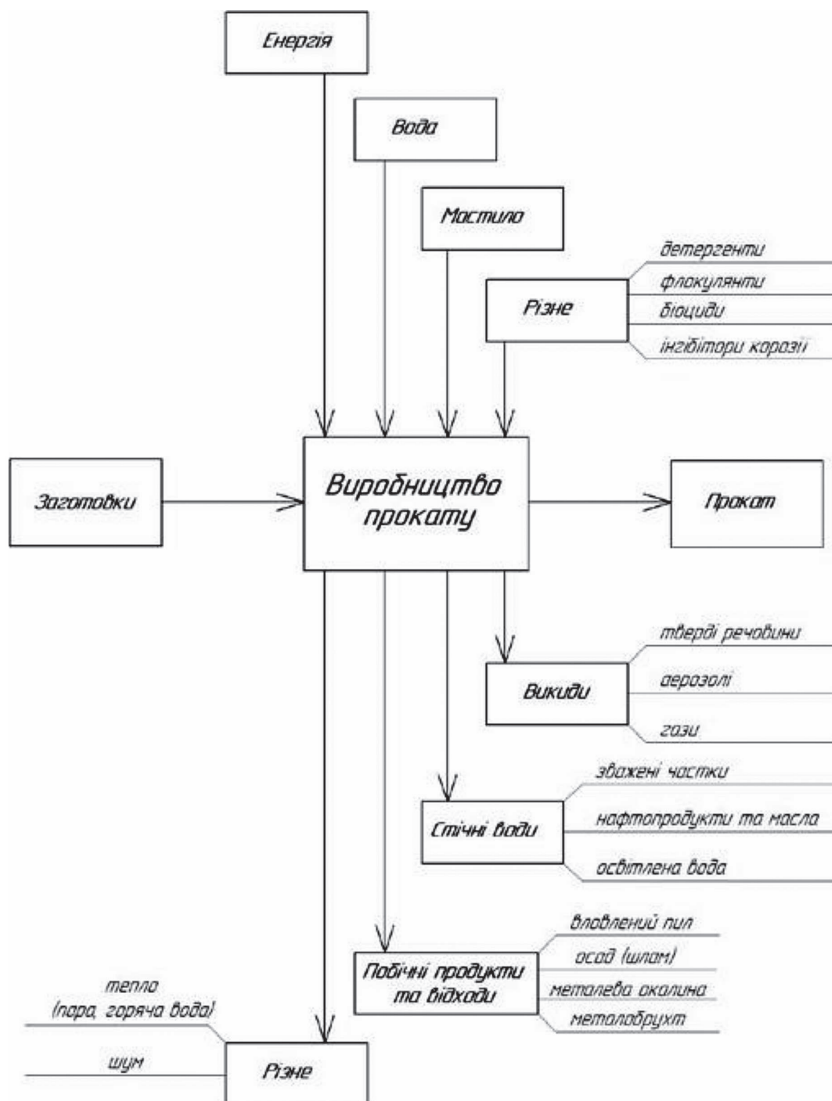


Рисунок 10.13 – Схема одиничного процесу виробництва металевого прокату

**Таблиця 10.3 – Матриця вибору типових екокритеріїв
для металургійної продукції (довгомірний прокат)
(за ДСТУ ISO 14024:2018 [34])**

Стадії життєвого циклу	Екопоказники входів / виходів						
	Енергія		Ресурси		Скиди / викиди / відходи		
	відновл.	не- відновл.	відновл.	не- відновл.	вода ²	повітря ³	грунти ⁴
Видобуток та збагачення руди	–	+	–	+	+	+	+
Виробництво агломерату	–	+	–	+	+	+	+
Виробництво коксу	–	+	–	+	+	+	+
Виробництво вапна	+ ¹	+	–	+	+	+	+
Виробництво чавуну	–	+	–	+	+	+	+
Виробництво сталі	–	+	–	+	+	+	+
Виробництво довгомірного прокату	–	+	–	+	+	+	+

Примітки: 1 – на підприємстві застосовуються альтернативні джерела енергії, а саме – спалювання пелет із насіння соняшника під час виробництва вапна; 2 – на підприємстві застосовується замкнутий водозворотний цикл. Кількість скидних вод перебуває у межах затверджених нормативних показників; 3 – викиди в повітря є у межах, затверджених існуючими державними нормативами. Вловлені під час очистки викидів пил і газу застосовуються у виробничому процесі; 4 – усі види відходів, що утворюються на виробництві, використовуються як вторинна сировина або передаються на подальшу утилізацію спеціальним установам. * – підвищене теплове навантаження.

Отже, запропонована матриця дає змогу:

- проаналізувати недоліки наявної системи екологічного менеджменту на виробництві;
- порівняти альтернативні варіанти використання матеріальних та енергетичних ресурсів.

Виконано аналіз вхідних і вихідних потоків етапу «виробництво» в життєвому циклі металевого прокату. На базі ДСТУ ISO 14040:2013 розроблено схему життєвого циклу металургійної продукції та схему одиничного процесу виробництва металевого прокату. З'ясовано, що метод аналізу життєвого циклу дає можливість розглянути виробництво

металургійної продукції як багатофакторну систему та визначити напрями роботи для поліпшення екологічних показників виробництва.

Результати оцінювання життєвого циклу можуть бути застосовані для поліпшення екологічних показників виробництва продукції на різних стадіях виробництва.

10.5 ВИКОРИСТАННЯ НАЙКРАЩИХ ДОСТУПНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕТАЛУРГІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Для того, щоб зробити висновки про рівень екологічної безпеки або небезпеки життєвого циклу, необхідно зробити порівняльну характеристику технологій що застосовані на підприємстві та найкращих доступних технологій (НДТ).

Найкраща доступна технологія (НДТ) – технологія виробництва продукції (товарів), виконання робіт, надання послуг, визначається на основі сучасних досягнень науки і техніки та найкращого поєднання критеріїв досягнення цілей охорони навколишнього середовища за умови наявності технічної можливості її застосування.

Найкращі доступні технології (найкраща існуюча технологія), в контексті нормативно-правових актів ЄС, покликані стати елементом більш якісного та економічно обґрунтованого контролю і запобігання негативного впливу на навколишнє середовище з урахуванням особливостей конкретної галузі промисловості. Основними цілями природоохоронних директив ЄС є забезпечення комплексного запобігання та контролю забруднення на основі розробки і видачі індивідуальних комплексних дозволів промисловим підприємствам, а також регулювання впливів на все навколишнє середовище в цілому і забезпечення високого рівня його охорони та захисту. Системою критеріїв для оцінки впливу на навколишнє середовище і отримання його видають відповідно до вимог Директиви комплексного вирішення в різних галузях економіки є НДТ.

Термін «найкращі доступні технології» (Best Available Techniques (BAT)) вперше з'явився в директиві робочої групи по атмосферному повітрю (AirFrameworkDirective (AFD)) в 1984 році і ставився до викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від великих промислових підприємств. Пізніше принципи НДТ були сформовані в директиві парламенту і Ради ЄС з питань комплексного запобігання та контролю

забруднень (Integrated Pollution Prevention And Control (IPPC)), прийнятої 15 січня 2008 році, яка в свою чергу замінила аналогічну директиву ЄС 96/61 / ЄС від 24 вересня 1996 року. Надалі діяла об'єднана директива ЄС щодо запобігання і контролю забруднень (IPPC Directive). У 2010 році була опублікована модифіковане формулювання даної директиви, яка в підсумку, поряд з ще шістьма іншими директивами, які регулюють великі промислові об'єкти, увійшла до складу Директиви промислових викидів. Згідно з цим документом були розроблені і затверджені галузеві довідники найкращих існуючих технологій – BREF [35].

Довідники НДТ є одним з базових документів, спрямованих на впровадження НДТ і встановлення нормативів якості для конкретної галузі. Європейські довідники НДТ – це документи, що містять покроковий опис НДТ для кожної галузі промисловості, наведеної в Додатку І до Директиви «Про комплексне запобігання та контроль забруднення довкілля».

Ці довідники використовуються регулюючими органами при видачі суб'єктам господарювання природоохоронних дозволів на право господарської діяльності, а також господарюючими суб'єктами при формуванні своєї екологічної політики. Європейські довідники НДТ не мають статусу приписів, в них не встановлюються граничні значення викидів/скидів, лімітів утворення відходів для певного промислового сектора.

На сьогоднішній день довідники НДТ розробляються в ЄС у співпраці з державами-членами, промисловими підприємствами та іншими зацікавленими сторонами. Ця робота координується Європейським Бюро з комплексного попередження та контролю забруднень Інституту перспективних технологічних досліджень в Об'єднаному дослідницькому центрі ЄС в Севільї (Іспанія).

Розробка довідників ведеться галузевими технічними робочими групами (ТРГ). Формально довідники ділять на дві групи: «горизонтальні» і «вертикальні»:

- «вертикальні» довідники підготовлені для застосування в одній або декількох галузях промисловості;
- «горизонтальні» довідники застосовні до більшості галузей промисловості.

В даний час в ЄС розроблено 33 довідника НДТ, з яких 26 – «вертикальних», а 7 – «горизонтальних».

У загальному вигляді у всіх довідниках НДТ міститься наступна інформація:

- законодавчі аспекти;
- відомості про розвиток конкретної галузі промисловості в ЄС;
- технологічне опис традиційно застосовуваних виробничих процесів;

- дані про викиди (скиди), утворення відходів, споживанні сировини і енергії протягом всього виробничого циклу;
- технології та методології, що застосовуються при ідентифікації НДТ;
- короткий опис НДТ для конкретної галузі;
- оцінка можливих екологічних переваг при впровадженні НДТ;
- дані щодо обмеження застосовності НДТ;
- економічні показники НДТ (капітальні та експлуатаційні витрати, витрати сировини і матеріалів на одиницю продукції та ін.);
- відомості про новітні технології, які перебувають в стадії науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт або дослідно-промислового впровадження.

Досвід європейських країн показує, що з екологічної точки зору сталий розвиток металургійного виробництва можливий за рахунок запровадження низки організаційно-технічних рішень [23]. Наприклад:

1. Перехід від старих способів (технологій) виробництва до нових, що дозволяє:
 - знизити промисловий вплив на довкілля (наприклад, від мартенівського виробництва до киснево-конвертерного чи електросталеплавильного);
 - виробляти високоякісну продукцію;
 - розширювати ринки збуту за рахунок підвищення показників якості продукції та екологізації виробництва.
2. Модернізація основного обладнання для забезпечення ефективної роботи підприємства та зниження негативного впливу на довкілля.
3. Перехід на «чисті» технології та встановлення високоефективного очисного обладнання.
4. Створення замкнутих водообігових циклів.
5. Жорсткий контроль сировинних матеріалів. Використання якісної сировини, що відповідає техніко-екологічним вимогам, дозволяє одночасно підвищити якість продукції та поліпшити екологічні показники технологічних процесів.
6. Енерго- та ресурсозберігаючі заходи.
7. Максимальне залучення вторинних матеріальних та енергетичних ресурсів, що утворюються в процесі виробництва, у власні технологічні процеси.
8. Підвищення кваліфікації кадрового потенціалу підприємств.
9. Впровадження системи еколого-енергетичного менеджменту.
10. Активні інвестиції в природоохоронні заходи та обладнання.
11. Створення на базі підприємств, що існували раніше, з обмеженою кількістю переділів, сучасних великих промислових комплексів із повним виробничим циклом.

Шість підходів (1–4, 6, 7) із поданого переліку варто віднести до категорії «найкращі доступні технології». Аналіз наукових публікацій [36; 37] також показує, що забезпечення одного з чинників сталого розвитку промислових підприємств – конкурентоспроможності – вимагає, насамперед, модернізації основних фондів та впровадження передових технологій.

У Директиві ЄС [38] зазначено, що держави-члени ЄС для комплексного запобігання та контролю забруднення довкілля мають застосовувати НДТ у низці галузей промисловості, зокрема:

- енергетичній;
- виробництві та обробці металів;
- гірничодобувній;
- хімічній;
- утилізації відходів;
- інших видах виробничої діяльності (рис. 10.14).

Постановою Кабінету Міністрів України від 25.10.2017 р. № 1106 «Про виконання Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони» затверджено «План заходів з виконання Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони» [39], з чого випливає, що в нашій країні має здійснюватися кардинальна модернізація виробництва з урахуванням вимог Директив ЄС про постійне зниження рівня шкідливого впливу на довкілля за рахунок застосування НДТ.



Рисунок 10.14 – Найкращі доступні технології

Крім того, низка нормативних документів України вже давно оперує терміном «новітні технології», який, на думку авторів, є аналогом терміна НДТ. Наприклад, Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [40] та Інструкція «Про загальні вимоги до оформлення документів, у яких обґрунтовуються обсяги викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для підприємств, установ, організацій та громадян-підприємців» (Наказ Мінприроди України № 108 від 09.03.2006 р. [41]) містять вимоги щодо застосування НДТ (табл. 10.4).

Незважаючи на вищезазначені вимоги, законодавство України наразі не зобов'язує промислові підприємства впроваджувати НДТ під час модернізації та проектування технологічних процесів.

Проте, менеджменту підприємств варто враховувати, що застосування НДТ має комплексний позитивний вплив на виробництво загалом і дозволяє поліпшити не лише екологічні показники, а й економічні та соціальні (рис. 10.15).

Окремо хотілося б підкреслити важливість питання конкурентоспроможності продукції металургійного виробництва в умовах запеклої конкурентної боротьби на ринках збуту. З економічного погляду, конкурентоспроможність продукції – один з основних чинників сталого функціонування підприємств. Саме здатність виробника зберігати обсяги реалізації продукції тривалий час під час коливань споживчого попиту на ринку є ознакою стійкості підприємства [42].

Досягати позитивних результатів у забезпеченні «сталого функціонування», високої конкурентоспроможності та підвищенні екологічної безпеки промислових підприємств дозволяють нові підходи до розв'язання екологічних питань, що ґрунтуються не лише на найкращих технічних рішеннях, а й на серіях нормативних документів ISO 14000, ISO 50000 та інших.

Документи, що входять до системи стандартів ISO 14000, можна умовно поділити на кілька основних груп (табл. 10.5).

На базі документів ISO 14000 розроблено низку національних нормативів – ДСТУ ISO 14000. Крім серії 14000 існують також нормативи ISO інших серій, пов'язані з питаннями екології та екологічної безпеки, екологічного аудиту, з методами та засобами аналізу якості природних середовищ (води, ґрунтів, повітря та ін.), наприклад, ISO 19011.

Таблиця 10.4 – Вимоги щодо застосування НДТ у нормативних документах України [42]

Назва документа	Стаття, пункт, розділ	Назва розділу / Вимога
Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»	Стаття 3, пункт «г»	як один з основних принципів охорони навколишнього середовища названо: «екологізація матеріального виробництва на основі комплексності рішень у питаннях охорони навколишнього природного середовища, використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження новітніх технологій»
	Стаття 40, пункт «а»	як одну з обов’язкових екологічних вимог визначено «раціональне і економне використання природних ресурсів на основі широкого застосування новітніх технологій»
Інструкція «Про загальні вимоги до оформлення документів, у яких обґрунтовуються обсяги викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для підприємств, установ, організацій та громадян-підприємців»	Додаток 3	«Перелік виробництв і технологічного устаткування, які підлягають застосуванню найкращих доступних технологій і методів керування»
	Додаток 7	форма звітності «Заходи щодо впровадження найкращих існуючих технологій виробництва, які не потребують надмірних витрат та найкращих доступних технологій і методів керування»
	Пункт 2.11	розглянуто особливості впровадження НДТ для вже існуючих об’єктів та для новостворюваних. Зазначено, що: – впровадження НДТ для вже існуючих об’єктів не повинно призводити до надмірних витрат; – для новостворених НДТ застосовуються за умов економічної та технічної доцільності, доступності з погляду витрат, найбільшої ефективності для досягнення високого рівня захисту навколишнього середовища в цілому.

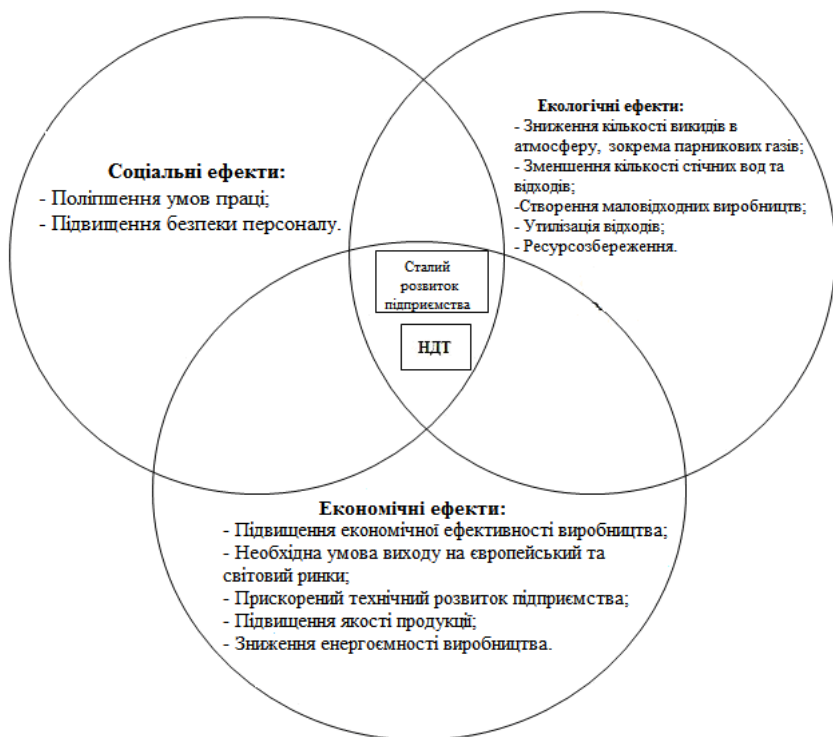


Рисунок 10.15 – Соціо-еколого-економічні ефекти впровадження НДТ на промислових підприємствах

У металургійній галузі України найбільш активно впроваджуються «Принципи організації екологічного менеджменту» відповідно до ISO 14001, 14004–14006, на базі яких розробляються корпоративні плани «сталого розвитку» підприємств (так звана «корпоративна соціальна відповідальність»). Ефективність екологічного менеджменту компанії виражається у порушенні прямо пропорційної залежності «економічне зростання – забруднення довкілля». Тобто, підприємство прагне до поліпшення екологічних показників при одночасному зростанні виробництва продукції. Якщо ці умови виконуються, то підприємство перебуває в стані «сталого розвитку».

**Таблиця 10.5 – Документи, що входять
до системи стандартів ISO 14000**

Група		Стандарти
Принципи організації екологічного менеджменту (EMS)		ISO 14001:2015, 14004:2016, 14005:2015, 14006:2013, 14063:2008
Інструменти екологічного контролю та оцінки		ISO 14015:2005, 14031:2016, 14050:2016, 14051:2015, ISO/TR 14032:2004, ISO/TS 14033:2016
Стандарти, орієнтовані на продукцію	принципи екологічного маркування	ISO 14020:2003, 14021:2016, 14024:2002, 14025:2008
	методологія «оцінки життєвого циклу» – оцінки екологічного впливу, пов'язаного з продукцією, на всіх стадіях її життєвого циклу	ISO 14040:2013, 14041:2004, 14044:2013, 14045:2016, 14047:2016, 14049:2016 ISO/TR 14062:2006
Стандарти на викиди парникових газів		ISO 14064-1:2015, 14064-2:2015, 14064-3:2015, 14065:2015

При оцінці «сталості» підприємства слід також враховувати, що міжнародна система екологічної сертифікації на основі ISO 14020, 14021, 14024, 14025 вже сьогодні є одним із головних критеріїв конкурентоспроможності товарної продукції на світовому ринку. Екологічна сертифікація металургійної галузі – один із перспективних шляхів розширення ринків збуту, оскільки іноземний споживач висуває високі вимоги не лише до якості придбаного продукту, а й до його екологічних характеристик. Виробництво, що має екологічне маркування або маркування екологічної чистоти, є більш конкурентоспроможним на світовому ринку, його продукція має попит і вищу вартість.

У зв'язку з викладеним, для металургійної галузі актуальним є поліпшення екологічних показників шляхом інвестицій в екологічні проекти з урахуванням досвіду європейських країн та найкращих досягнень вітчизняної науки й практики.

Згідно з оцінкою Міжнародного енергетичного агентства, можливе зниження енерговитрат за рахунок впровадження НДТ, наприклад, у чорній металургії України, перевищує 7 ГДж/т сталі, а в країнах ЄС – не більше ніж 2 ГДж/т сталі [43]. Очевидним є суттєве відставання української промислової галузі не лише в частині впровадження ефективних природоохоронних заходів, але й у питаннях ресурсо- та енергозбереження.

Слід також зазначити, що увага керівників і власників підприємств часто спрямована лише на основні виробництва та технологічні процеси, а вплив допоміжних підрозділів на екологічні показники підприємства залишається поза увагою. Однак, негативний вплив допоміжних виробництв, процесів та обладнання на стан повітряного, водного середовищ, ґрунтів і здоров'я людини також є значним.

Крім того, досвід останніх років показує, що при вимушеній зупинці або тривалому простої підприємств загалом чи їхніх окремих переділів, подальший запуск супроводжується утворенням значних обсягів неорганізованих викидів у довкілля. Проте, цих негативних наслідків можна уникнути, якщо першочерговими при запуску агрегатів після зупинки будуть природоохоронні заходи, зокрема очищення викидів від пилу й газів, що складається з кількох ступенів.

Аналіз інформації, отриманої авторами під час проведення екологічних аудитів, а також представленої на сайтах провідних вітчизняних заводів та підприємств з іноземними інвестиціями, показує, що екологічні проекти останніх років враховують рекомендації екоаудиторських перевірок і спрямовані на:

- поліпшення стану атмосферного повітря за рахунок зниження валових викидів пилу й газів при встановленні та вдосконаленні газоочисного обладнання, що дозволяє зменшити загазованість як від організованих, так і від неорганізованих джерел викидів;
- максимальне зниження негативного впливу на водне середовище за рахунок створення замкнутих водообігових циклів;
- жорсткий контроль кількості твердих відходів, що утворюються, організацію їх утилізації у власному виробництві, мінімізацію площ територій, зайнятих відвалами;
- розвиток соціального середовища за рахунок створення нових робочих місць із поліпшеними умовами праці.

Проте, слід зазначити, що більшість із заходів та проектів, які впроваджуються, є капітальними ремонтами або частковою модернізацією існуючих очисних споруд та обладнання. При цьому, як правило, не застосовуються НДТ у частині охорони довкілля. Водночас низка підприємств реалізує впровадження нових технологій відповідно до довідкових документів щодо НДТ (так званих BREF – BAT reference documents), наприклад, впровадження машин безперервного лиття заготовок, які значно знижують шкідливий вплив прокатного виробництва на довкілля.

Також прикладом впровадження новітніх технологій може бути введення в експлуатацію нової коксової батареї на ПрАТ «АрселорМіттал

Кривий Ріг» у лютому 2017 року. Її відмінними рисами є організація пилопригнічення на всіх стадіях виробництва коксу, а саме:

- технологія трамбування шихти з горизонтальним завантаженням. Ліквідовано 100 % викидів під час завантаження шихти;
- газощільні двері (встановлено двері зі спеціальними ущільненнями);
- кришки стояків обладнані пневмоущільненням;
- безпилова видача коксу (споруджено нове газоочищення);
- споруджено 5 нових газоочисних установок на всіх стадіях транспортування коксу.

Результативність впровадження вищезазначених НДТ на коксовій батареї – зниження викидів на 1600 т/рік, згідно з даними підприємства.

Відділи (департаменти) екологічного менеджменту провідних металургійних підприємств України постійно працюють у напрямку формування та вдосконалення «сталого розвитку та функціонування» виробництв, проте, недостатньою мірою порівняно з підприємствами розвинених країн.

Основними чинниками, що впливають на екологічну компоненту сталого розвитку металургійної галузі України, є високі питомі показники викидів забруднюючих речовин у повітря, скидів стічних вод та утворення відходів порівняно з європейськими (перевищення у 3–5 разів). Це призводить до погіршення якості атмосферного повітря, забруднення поверхневих водоем, збільшення кількості відходів у відвалах, хвостосховищах та інших накопичувачах у металургійних центрах України. Все це, окрім негативного впливу на довкілля, значно гальмує процес зменшення собівартості кінцевої продукції, не дозволяє дотриматися залежності «зниження негативного впливу на довкілля при одночасному підвищенні продуктивності», що якраз і є показником сталого розвитку підприємства [42].

ВИСНОВКИ

1. Металургія є однією із найпоширеніших галузей промисловості. Тому стан та перспективи розвитку металургії мають бути предметом постійної уваги і турботи уряду та всього суспільства загалом. Значення металургії для світової промисловості у наш час набуло глобального характеру. Поряд з тим майже 40 % усіх видів забруднення біосфери зумовлює саме металургійна промисловість, яка включає добування,

переробку і використання руди. Технології, що застосовуються на деяких підприємствах галузі, застаріли й мають низький коефіцієнт корисної дії, тому гідним вирішенням цих проблем можна вважати введення систем екологічного менеджменту на підприємствах на основі розроблених екологічних стандартів ISO 14000.

2. Стандарти ISO 14001 дозволяють підприємству досягти якісно нового рівня охорони навколишнього середовища, зробити його природоохоронну діяльність системною і ефективною, тому що вони спрямовані на удосконалення цієї діяльності при збереженні економічних інтересів підприємства. Сертифікованим на відповідність стандартам підприємствам вдається у середньому знизити питоме споживання ресурсів на 20–30 %, ще більше знизити рівень відходів і забруднення навколишнього середовища, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності. Як наслідок, їх продукція значно економічніша, ніж продукція не сертифікованих підприємств.

3. Одним із найкорисніших для металургії стандартом є серія ISO 14040, яка розглядає життєвий цикл будь-якої продукції. Метою цього стандарту є гарантування аналізу та оцінювання усіх впливів альтернативних процесів, продуктів і видів діяльності на навколишнє середовище та мінімізування їх можливих несприятливих впливів. Як показало дослідження, оцінювання життєвого циклу – процес довгий і кропіткий. Проте його результати вказують на шлях для вдосконалення виробництва та його технологій. Без сумніву, в наш час впровадження систем екологічного менеджменту на металургійних підприємствах є дуже актуальним питанням. Ці системи здатні вирішити багато насущних проблем впливу промислових підприємств на навколишнє середовище, не вимагаючи при цьому надзвичайних ресурсів. Тому дуже важливо, щоб у майбутньому ними керувалось якомога більше компаній та підприємств.

4. У роботі проведено екологічний аналіз виробництва металургійної продукції, визначено основні екологічні впливи протягом життєвого циклу виробів згідно з ДСТУ ISO 14040:2013. Основою дослідження було оцінка життєвого циклу виробництва металургійної продукції, що охоплює етапи від виробництва чавуну до перетворення металевих виробів у відходи споживання. Набуло подальшого розвитку питання застосування методу оцінки життєвого циклу для оцінювання екологічних показників виробничих процесів. З'ясовано, що метод оцінки життєвого циклу дає змогу розглянути виробництво металургійної продукції як багатофакторну систему. Запропоновано структуру повного виробничого ланцюга системи «виробництво металургійної продукції» та схему життєвого циклу одиничного процесу виробництва металевого прокату. Виконано

інвентаризаційний аналіз та оцінювання впливів – етапи оцінки життєвого циклу. Зроблено аналіз вхідних і вихідних потоків етапу «виробництво» в життєвому циклі металевого прокату. Інформація, отримана в процесі дослідження оцінки життєвого циклу, може бути використана у процесах екологічного керування та прийняття рішень на металургійних підприємствах. За результатами оцінювання життєвого циклу складено матрицю вибору типових екокритеріїв для металургійної продукції, яка дає змогу проаналізувати недоліки наявної системи екологічного менеджменту на виробництві, порівняти альтернативні варіанти використання матеріальних та енергетичних ресурсів.

5. Результати оцінювання життєвого циклу можуть бути застосовані для поліпшення екологічних показників виробництва продукції на різних стадіях, впровадження екомаркування, складання екологічних заяв або розроблення екологічних декларацій щодо продукції. Автори розглядають це дослідження як початок системної роботи з оцінювання екологічної безпеки металургійних процесів і початок розроблення методології оцінювання життєвого циклу металургійної продукції. Важливим питанням є розроблення методики кількісного оцінювання рівня екологічної безпеки або небезпеки виробів за результатами оцінки їхнього повного життєвого циклу.

6. Розглянута металургійна галузь економіки є ресурсо- та енергоємною, пов'язана зі значним негативним впливом на довкілля, який в Україні у 3–5 разів перевищує питомі показники по Європі. Видобуток сировини та споживання сталі на душу населення у світі постійно зростає, що призводить до поглиблення проблеми забруднення довкілля та вимагає випереджувального впровадження природоохоронних проєктів і нових технологій, які за низкою показників ефективніші порівняно з існуючими. Це, зрештою, дозволить зменшити забруднення довкілля при зростанні обсягів виробництва, що є основою сталого розвитку підприємств. Металургійне виробництво належить до видів діяльності, у яких Директивами ЄС рекомендується застосування НДТ для зниження забруднення довкілля та енергоспоживання. Перед металургійною галуззю України стоїть завдання модернізації існуючих підприємств відповідно до вимог зовнішнього та внутрішнього ринків. Модернізація має виконуватися з урахуванням міжнародного досвіду й забезпечити не лише ощадливе використання природних ресурсів, а й дотримання екологічних нормативів щодо захисту довкілля на сучасному рівні. В умовах жорсткої конкуренції на світових ринках збуту виробництво екологічно сертифікованої, а отже, екологічно безпечної продукції має стати пріоритетом розвитку всіх галузей економіки України, зокрема й металургійної галузі.

7. У роботі представлено посилання на нормативні документи України, що містять вимоги щодо використання найкращих доступних технологій у виробництві. Надано короткий огляд стандартів ISO та національних ДСТУ, розроблених на їх основі. Виявлено та систематизовано фактори, що впливають на екологічні показники сталого розвитку металургійної галузі України. Охарактеризовано екологічні пріоритети у розвитку вітчизняних промислових підприємств. Обґрунтовано доцільність застосування найкращих доступних технологій на підприємствах металургійного виробництва для зниження енергоспоживання і зменшення забруднення навколишнього середовища. Надано аналіз результатів, одержаних авторами при проведенні екологічних аудитів, а також наведених на сайтах ведучих вітчизняних заводів та підприємств, у сфері застосування найкращих доступних технологій. Наведено приклади застосування найкращих доступних технологій на підприємствах металургійної галузі України з представленням конкретних одержаних результатів зниження негативного екологічного впливу модернізованих процесів на оточуюче середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про Стратегію національної безпеки України : Указ Президента України від 26 травня 2015 р. № 287/2015. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/287/2015> (дата звернення: 05.09.2025).
2. Ілляш О. Е., Ганошенко О. М. Природоохоронне управління: Навчальний посібник. Частина 1. Полтава : Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2022. 106 с. (електронна версія). URL: <https://surl.li/yhquxu>
3. ISO 14001:2015 Environmental management systems – Requirements with guidance for use (Системи екологічного управління – Вимоги та настанови щодо застосовування).
4. Бобровський А. Л. Екологічний менеджмент. Київ : Університетська книга, 2023. 586 с.
5. Галушкіна Т. П., Грановська Л. М., Кисельова Р. А. Екологічний менеджмент та аудит : навчальний посібник. Херсон : Олді-Плюс, 2020. 455 с.
6. Лук'янова О. М. Екологічний менеджмент : конспект лекцій. Харків : УкрДУЗТ, 2022. 66 с.
7. Сасенко Т. В. Екологічний аудит та екологічний контроль : курс лекцій. Київ : НАУ, 2023. 78 с.

8. Беренда Н. В., Троїцька О. О. Екологічний менеджмент та аудит : навч.-метод. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. 200 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/ZП/metodychky/do2018/f357726.pdf>.

9. Бабчинська О. І. Інструменти формування механізму екологічного менеджменту в сучасних умовах. *Ефективна економіка*. 2020. № 10. 7 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/2021/EfEc/EfEc2020n10/11.pdf>.

10. Бабчинська О. І. Формування механізму екологічного менеджменту в контексті концепції сталого розвитку. *Економіка та держава*. 2020. № 10. С. 140–143. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/2023/EtD/EtD2020n10/140.pdf>.

11. Білоус А. Формування системи екологічного менеджменту в Україні. *Актуальні проблеми міжнародних відносин* : зб. наук. пр. / редкол.: В. В. Копійка та ін. Київ, 2012. Вип. 105 (у 2 ч.). Ч. 2. С. 194–195.

12. Барабаш О. В., Белоконь К. В. Вибір управлінського підходу під час впровадження та для ефективного функціонування системи екологічного менеджменту. *Формування сучасних концепцій менеджменту організацій та адміністрування в умовах цифровізації* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 25-річчю створення каф. менеджменту орг. та упр. проєктами, 23–24 вересня 2021 року / ред.-упоряд. В. Г. Воронкова. Запоріжжя, 2021. С. 651–655.

13. Горбач Л. М., Журавель М. О., Слободян Н. Б. Екологічний менеджмент у великих корпораціях: стратегії сталого розвитку та впровадження екологічної відповідальності. *Ефективна економіка*. 2024. № 7. 24 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/2021/EfEc/EfEc2024n7/69.pdf>.

14. Драган О. І., Бергер А. Д. Практичні аспекти удосконалення екологічного менеджменту на підприємствах. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2020. № 2 (25). С. 195–201. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/2018/skachano/CE/CE2020n25/195.pdf>.

15. Педак І. С., Козарь Т. П. Особливості розвитку організаційного механізму екологічного менеджменту. *Публічне управління і адміністрування в Україні*. 2023. Вип. 35. С. 44–47. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/2020/scachano/PUAU/PUAUv35/44.pdf>.

16. Романь А. М. Впровадження системи екологічного менеджменту на промислових підприємствах як один з можливих способів екологізації промислового виробництва в Україні. *Екологічно дружні технологічні рішення для місцевих громад щодо поводження з відходами* : зб. матеріалів Національного форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології» (м. Київ, 23–24 листопада 2021 р.) / відп. ред. Т. В. Тимочко. Київ, 2021. С. 93–96.

17. Бабчинська О. І. Формування механізму екологічного менеджменту в контексті концепції сталого розвитку. *Економіка та держава*. 2020. № 10. С. 140–143. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/2023/EtD/EtD2020n10/140.pdf>.

18. Бабчинська О. І. Інструменти формування механізму екологічного менеджменту в сучасних умовах. *Ефективна економіка*. 2020. № 10.

19. Берзіна С. В. Системи екологічного управління. Довідниковий посібник з впровадження міжнародних стандартів серії ISO 14000. Київ : Aiva Plus Ltd, 2009. 62 с.

20. Білявська Ю. В., Мінаков О. В. Формування екологічного менеджменту на підприємстві. *Науковий вісник Херсонського державного університету*, 2020. Випуск 27. С. 24–28.

21. Декалюк О. В., Стасюк І. В. Впровадження екологічного менеджменту та аудиту для забезпечення екологічної безпеки підприємства. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2010, № 2, Т. 1. С. 235–242. URL: https://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/ekon/2010_2_1/pdf/235-242.pdf

22. Лесь А. В., Ращенко А. В. Роль менеджменту та маркетингу при запровадженні технологій захисту навколишнього середовища. *Вісник ЖНАЕУ*. 2017. № 1 (59). Т. 2. С. 165–172.

23. Матухно О. В., Шматков Г. Г., Белоконь К. В., Сибір А. В. Дослідження екологічної безпеки металургійного виробництва методом оцінки життєвого циклу. *Екологічні науки*. 2020. Т. 1. № 2 (29). С. 32–37. Категорія Б. URL: http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2020/2/part_1/7.pdf.

24. Белоконь К. В., Манідіна Є. А. Формування системи екологічного менеджменту на промислових підприємствах (на приклад вивчення зарубіжного досвіду). *Формування концепції цифрової трансформації освіти та соціально-відповідального цифрового громадянина у контексті європейського досвіду* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2024. С. 415–420.

25. Матухно О. В., Белоконь К. В., Борисовська О. О. Ретроспективне дослідження змін основних екологічних показників металургійного комплексу України. В кн.: *Стале споживання та виробництво у глобальних ланцюгах створення вартості / за загальною редакцією А. В. Павличенко*, Л. Л. Палехова. Дрезден : Fontanum, 2024. С. 121–138. URL: <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167974>.

26. Will M., Brauweiler J., Zenker-Hoffmann A. Environmental management system according to ISO 14001. *Industry, Innovation and Infrastructure*. P. 335–353.

27. Белоконь К. В., Плотніченко С. Р., Ситий В. Л. Впровадження системи екологічного менеджменту на промислових підприємствах.

Актуальні питання суспільства у сферах екологічної та цивільної безпеки, енергозбереження, менеджменту та економіки : І Всеукраїнська науково-практична конференція (16–18 жовтня 2024 року) Запоріжжя: ЗНУ, 2024. С. 179–182. URL: https://www.znu.edu.ua/ii_znu/nauka/2024/aktualni-pytannya/zbirnyk_24.pdf.

28. Barabash O., Weigang G., Dychko A., Zhelnovach G., Belokon K. Modeling a Set of Management Approaches for the Effective Operation of the Environmental Management System at the Business Entities. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2021. Т. 22. № 6. Р. 1–10. Категорія SCOPUS. <https://doi.org/10.12912/27197050/141895>

29. ДСТУ ISO 14040:2013 Екологічне управління. Оцінювання життєвого циклу. Принципи та структура (ISO14040:2006). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=70997 (дата звернення: 25.09.2025).

30. Фролов С. М., Білопільська О. О. Перспективи використання методу оцінки життєвого циклу в системі управлінні відходами в Україні. *Ефективна економіка*. 2013. № 2. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1793> (дата звернення 21.09.2025).

31. Маковецька Ю. М. Оцінювання життєвого циклу продукції як інструмент впливу на мінімізацію відходів. *Ефективна економіка*. 2012. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1529> (дата звернення: 19.09.2025).

32. Яцишин Т. М. Оцінка життєвого циклу як інструмент екоефективності нафтогазовидобувних об'єктів. *Розвідка та розробка нафтогазових і газових родовищ*. 2019. № 3 (72). С. 83–92.

33. Pietro A. Renzulli, Bruno Notarnicola, Giuseppe Tassielli, Gabriella Arcese and Rosa Di Capua. Life Cycle Assessment of Steel Produced in an Italian Integrated Steel Mill. *Sustainability*. 2016. № 8 (719). URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/8/719>. DOI: 10.3390/su8080719 (дата звернення: 19.09.2025).

34. Vishal Y. Bhise, Ajay Kashikar. Life Cycle Assesment in a Cold Rolling Mill Manufacturing Industry in India – A Review. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*. 2014. Vol. 4. Р. 24–29. URL: <https://www.slideshare.net/IJMER/ijmer-41022429> (дата звернення: 19.09.2025).

35. ДСТУ ISO 14024:2018 Екологічні маркування та декларації. Екологічне маркування типу I. Принципи та процедури (ISO 14024:2018, IDT)). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=80757 (дата звернення: 19.09.2025).

36. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Ferrous Metals Processing Industry. DRAFT 1 (March 2019). URL:

<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC131649> (дата звернення: 19.09.2025).

37. Бондар-Підгурська О. В. Науково-методичні аспекти інноваційного розвитку гірничодобувної промисловості в контексті сталого зростання. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 2014. № 1. С. 143–152.

38. Манідіна Є. А., Белоконь К. В. Стратегія розвитку підприємства на основі екологічного управління як чинник забезпечення сталого розвитку. *Формування концепції цифрової трансформації освіти та соціально-відповідального цифрового громадянина у контексті європейського досвіду* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Одеса : Олді+, 2024. С. 430–435.

39. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/75/oj> (дата звернення: 14.09.2025).

40. Про виконання Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони : Постанова Кабінету Міністрів України № 1106 від 25.10.2017 р. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1106-2017-%D0%BF#n10> (дата звернення: 14.09.2025).

41. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України. Відомості Верховної Ради України (ВВР). 1991. № 41. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення: 14.09.2025).

42. Про затвердження Інструкції про загальні вимоги до оформлення документів, у яких обґрунтовуються обсяги викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для підприємств, установ, організацій та громадян-підприємців: Наказ № 108 від 09.03.2006. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z0341-06/page> (дата звернення: 14.09.2025).

43. Matukhno E., Belokon K., Baranova T., Romanko Y. Improving the environmental component of sustainable development of metallurgical enterprises through the implementation of the best available technologies. *Теорія і практика металургії*. 2020. № 1 (124). С. 24–29. URL: <https://doi.org/10.34185/tpm.1.2020.03>

44. Energy Technology Perspectives 2014: Harnessing Electricity's Potential / IEA. URL: <https://surli.cc/lqmvpm> (дата звернення: 14.09.2025).